Primjena sustava pametnih paleta u povratnoj logistici

Dujmović, Nikolina

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:853366

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nikolina Dujmović

PRIMJENA SUSTAVA PAMETNIH PALETA U POVRATNOJ LOGISTICI

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

PRIMJENA SUSTAVA PAMETNIH PALETA U POVRATNOJ LOGISTICI

THE APPLICATION OF SMART PALLET SYSTEM IN REVERSE LOGISTICS

Mentor: dr.sc. Ivona Bajor

Studentica: Nikolina Dujmović,
JMBAG: 0135233703

Zagreb, rujan 2020.

SAŽETAK

Navike i zahtjevi korisnika su sve kompleksniji i predstavljaju jedan od najvećih izazova s kojim se logistička industrija danas susreće. Neki od zahtijeva koje danas pred logističkog operatera postavljaju korisnici su brzina, točnost isporuke, praćenje robe i paketa u stvarnom vremenu te mogućnost povrata u slučaju da korisnik nije zadovoljan uslugom. Upravo je segment povrata odnosno povratne logistike područje u kojemu bi se rješenje ‘pametne palete’ primjenjivale. Kako se zelenom i povratnom logistikom želi smanjiti negativan utjecaj na okoliš te potaknuti korištenje transportne ambalaže, ovom idejom želi se povećati kvaliteta korištenja transportne ambalaže, a samim time i očuvanje okoliša.
KLJUČNE RIJEČI: povratna logistika, zelena logistika, pametne palete

SUMMARY

Customers' habits and requirements are increasingly complex and represent one of the biggest challenges facing the logistics industry today. Some of the demands placed on customers by the logistics operator today are speed, delivery accuracy, real-time tracking of goods and packages, and the possibility of a refund in case the customer is not satisfied with the service. It is precisely the return or return logistics segment that is the area where the 'smart pallets' solution would be applied. As green and return logistics aim to reduce the negative impact on the environment and encourage the use of transport packaging, this idea seeks to increase the quality of transport packaging use and thus to the environment.
KEY WORDS: reverse logistics, green logistics, Smart pallets

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OPĆENITO O POVRATNOJ LOGISTICI 2
2.1. Aktivnosti povratne logistike 2
2.2. Razlozi povrata 3
2.2. Faze povratne logistike 5
3. ULOGA INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE U POVRATNOJ LOGISTICI 8
3.1. RFID tehnologija 9
3.2. Uloga RFID tehnologije u povratnoj logistici 12
3.3. Tehnologija bar koda 15
3.4. Uloga bar kod tehnologije u povratnoj logistici 17
4. KOMPARATIVNA ANALIZA PALETNOG SUSTAVA NA TRŽIŠTU RH I EU S TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG ASPEKTA 20
4.1. Općenito o paletama i paletizaciji 20
4.2. Analiza paletnog sustava na tržištu RH 25
4.3. Analiza paletnog sustava na tržištu EU 26
5. PRIJEDLOG RIJEŠENJA OPTIMIZACIJE SUSTAVA POVRATNE LOGISTIKE POVEZIVANJEM PAMETNE PALETE I PLATFORME ARDUINO 39
5.1. Pametne palete 39
5.2. Platforma Arduiono 41
5.2.1. Hadversko rješenje 42
5.2.2. Softversko rješenje 45
5.2.2.1. Destop aplikacija 45
5.2.2.2. Mobilna aplikacija 49
5.3. Pametne palete s aspekata povratne logistike 52
5.3.1. Uloga pametnih paleta u procesu zbrinjavanja otpada 52
5.3.2. Utjecaj pametnih paleta na proces reduciranja troškova s aspekta povratne logistike 53
5.3.3. Utjecaj pametnih paleta prema vrsti materijala s aspekta povratne logistike 55
6. Zaključak 57
Popis literature 58
Popis kratica 61
Popis slika 62

1. UVOD

Povratna logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole obrnutog toka sirovina, od procesa proizvodnje, distribucije ili točke korištenja, do točke obnavljanja ili prikladnog zbrinjavanja. [1]

Ubrzani razvoj modernih tehnologija u području logistike unaprjeđuje razinu učinkovitosti i povećava razinu kvalitete usluge cjelokupnog opskrbnog lanca na globalnom tržištu logističkih usluga. Na tržištu povratne logistike jedan od većih problema jest problem povrata paletnih jedinica, što može izazvati veliki trošak poslovanja. Mogući pristup procesu rekonstrukcije tržišta realizira se uvođenjem inovativnih rješenja u postojeći sustav. Prijedlog rješenja su pametne palete koje smanjenju negativni utjecaja na okoliš te potiču korištenje transportne ambalaže, eliminiraju troškove i krađu postojećih. Cilj rada je predložiti moguće rješenje u svrhu optimizacije postojećeg sustava povratne logistike, te povećati razinu kvalitete logističke usluge.

U radu će se provesti komparacija paletnog sustava na tržištu Republike Hrvatske i zemljama EU. Za potrebe izrade rada istražiti će se paletni sustavi na području EU, te će se na temelju toga predložiti uvođenje dodatnih aktivnosti i načina procesiranja u postojeće sustave RH. Prijedlog će biti definiran sa ciljem reduciranja troškova, gubitka postojećih paletnih jedinica kako bih se postojeći kanali povratne logistike unaprijedili.

Spomenuta ideja pametnih paleta upravo je prijedlog rekonstrukcije postojećeg paletnog sustava u RH korištenjem platforme Arduiono. Time bi tvrtke imale bazu informacija u realnom vremenu prateći lokaciju i ostale ključne parametre koji pokazuju trenutno stanje robe koja se nalazi na paletnim jedinicama i na taj način bi se eliminirali troškovi, krađe postojećih.

2. OPĆENITO O POVRATNOJ LOGISTICI

Povratna logistika smatra se segmentom koncepta zelene logistike u kojem se nad proizvodima, ambalažom ili materijalima u povratu provode određene aktivnosti te ih se tako ponovno vraća u distribucijski tok ili kanale u kojima će se moći dostići njihova najveća moguća tržišna vrijednost.[2] U nastavku teksta detaljno će se objasniti teorijske odrednice povratne logistike.

2.1. Aktivnosti povratne logistike

Aktivnosti povratne logistike su procesi koje poduzeće koristi kako bi skupilo korištene, oštećene, neželjene ili proizvode kojima je istekao rok valjanosti, a isto tako i ambalažu od strane krajnjeg potrošača ili dobavljača. [1]

Povratna logistika istražuje različite skupine aktivnosti povrata [2]:

- provjera/selekcija/sortiranje;
- pohrana;
- usmjeravanje u kanale povratne logistike;
- popravak;
- obnova;
- reprocesiranje;
- ponovna proizvodnja;
- ponovno korištenje;
- oporaba;
- odlaganje;
- rastavljanje na komponente.

• **Provjera/selekcija/sortiranje** − nakon dopreme povrata na svaku razinu opskrbnoga lanca vrši se provjera koja se odvija na unaprijed određenoj lokaciji. Nakon provjere dokumentacije o statusu odobrenoga povrata, na temelju utvrđene kvalitete i stanja proizvoda, vrši se selekcija te sortiranje proizvoda ili ambalaže. Sortiranje proizvoda u povratu predstavlja jednu od najsloženijih aktivnosti u logističkim sustavima. Nakon

provjere, selekcije i sortiranja određuju se daljnje aktivnosti koje će se vršiti nad određenim subjektom. [2]

• **Pohrana** – skladištenje povrata do daljnjega procesiranja ili usmjeravanja na lokaciju provođenja aktivnosti povratne logistike. [2]

• **Usmjeravanje u kanale povratne logistike** – educirani zaposlenici vrednuju proizvode u povratu te ih usmjeravaju u kanale u kojima će postići najveću moguću tržišnu vrijednost ili ih usmjeravaju na odlagališta. [2]

• **Popravak**– predstavlja proces u kojem se istrošene ili disfunkcionalne komponente proizvoda ili ambalaže zamjenjuju novima u svrhu ponovnoga korištenja. Navedena aktivnost ne uključuje proizvodni proces. [2]

• **Obnova** – predstavlja proces u kojem se proizvodi ili ambalaža vraćaju u prvobitno stanje provođenjem aktivnosti poput čišćenja, poliranja, bojanja itd. U navedenom procesu strukturni dijelovi ostaju nepromijenjeni. [2]

• **Reprocesiranje** – predstavlja proces proizvodnje ponovljen isključivo zbog neuspjeloga prvobitnoga procesa. [2]

• **Ponovna proizvodnja** – predstavlja proces proizvodnje kreiran u svrhu izrade proizvoda sastavljenoga od novih i od korištenih komponenata. [2]

• **Ponovno korištenje** - predstavlja aktivnost koja pretpostavlja korištenje vraćenoga subjekta (ambalaže ili gotovih proizvoda) s malim ili nikakvim izmjenama.

• **Oporaba**– prema Europskoj agenciji za zaštitu okoliša definira se kao operacija gospodarenja otpadom kojom se određenim aktivnostima povratne logistike smanjuje količina otpada usmjerenoga na odlagališta s ciljem dobivanja sirovina i energije (energetska i materijalna oporaba), a u svrhu ekonomske i/ili ekološke koristi. Bitno je naglasiti kako oporaba i recikliranje nisu isti pojmovi te kako je oporaba širi pojam od recikliranja. [2]

Povratna logistika također istražuje:

1. razloge za povrat robe
2. faze povratne logistike
3. gospodarenje otpada

2.2. Razlozi povrata

Sustav povrate logistike omogućuje kupcima povrat neželjenih, pokvarljivih proizvoda te prema tome taj isti sustav mora na brz i jednostavan način riješiti problem povrata proizvoda. U slučaju povrata proizvoda, proizvod putuje obrnutim tokom, tj. od prodajnog mjesta do

mjesta proizvodnje s ciljem očuvanja kvalitete istog putujući kroz kanale povrata. U slučaju povrata proizvoda izvor može biti kupac ili trgovac.

Razlozi povrata ukoliko je izvor kupac [2]:

- proizvod nije zadovoljio potrebe kupca;
- kupac nije shvatio kako se pravilno proizvod koristi;
- proizvod nije bio ispravan;
- kupac zlostavlja liberalnu mogućnost povrata.

Razlozi povrata ukoliko je izvor trgovac [2]:

- pakiranom proizvodu istekao rok trajnosti;
- sezonski proizvod;
- proizvod je zamjenila nova verzija;
- prekinuta proizvodnja;
- prevelike količine zaliha;
- trgovac zatvara poduzeće.

Upravljanje povratom robe se temelji na upravljanju povratnim tokom materijala i proizvoda. Kada je riječ o povratu robe gdje je izvor kupac, najčešći razlog je zbog slabije informiranosti kupca o samom proizvodu. Upute za korištenje proizvoda su lošije objašnjene, a posebice je problem kod kupaca starije životne dobi. U tom slučaju postoji služba za korisnike gdje se kupci mogu dodatno informirati o istom. Također, postoje situacije gdje trgovci znaju prodati proizvod koji nije ispravan. u tom slučaju kupac vraća proizvod trgovcu koji može kompenzirati štetu povrtanom novca ili davanjem novog proizvoda.

Ukoliko je povrat proizvoda od strane trgovca, jedan od razloga može biti prekinuta prodaja, jer trgovac iz nekih razloga ne želi više prodavati te proizvode. Često takve kompletne zalihe tog proizvoda ponudi drugim poduzećima na otkup. U tom slučaju proizvođač otkupljuje od trgovca zalihe istog proizvoda, tada rizik za trgovca ne postoji, ni troškove zamjene ne postoje, jer će možda novi proizvod biti konkurentniji od prethodnog. Isto tako ukoliko je riječ o sezonskom proizvodu kojem je istekao rok trajanja, trgovac ima mogućnost staviti proizvod na sniženje ili pokušati povećati vrijednost kroz stustav povratne logistike. Višak zaliha u slučaju koje se dogode kada trgovac precijeni potražnju i naruči

previše proizvoda, zbog loše i netočne prognoze, mogu također biti jedan od razloga povrata proizvoda.

Vraćeni proizvodi mogu se usmjeriti u outlet trgovine ili na sekundarno tržište. Outlet trgovine predstavljaju jedan od kanala povrata, oni imaju sezonsku robu koja se nije uspjela prodati. Koristeći outlet trgovine poduzeća imaju mogućnost kontrole nad robom koja se prodaje po nižoj cijeni. Na taj način poduzeće može sačuvati reputaciju i status na tržištu što može biti ključno za poslovanje.

Sekundarno tržište je skup stečajnih upravitelja, veleprodaje, izvoznika, brokera i trgovaca koji prodaju proizvod koji nije bio prodan u prvotnim kanalima. [2] Jedna od posljednjih opcija usmjeravanja robe je sekundarno tržište koje sadrži specijalizirana poduzeća za otkup viška robe, po niskim cjenama, te prodaju oštećene, korištene i spašene robe. Primjerice, ukoliko postoji veliki višak robe koja se nije prodala u Hrvatskoj, ta ista roba se preusmjerava na sekundarno tržište Bosne i Hercegovine (buvljak), gdje se prodaje po nižoj cijeni.

2.2.Faze povratne logistike

Faze povratne logistike predstavljaju ključne točke u kanalima povrata proizvoda od mjesta prodaje do mjesta proizvodnje, a to su [2]:

- ulazna kontrola;
- prikupljanje;
- sortiranje;
- obrade;
- otprema.

Prva točka sustava povratne logistike je ulazna kontrola. Ona sprječava nepotreban povrat robe prema subjektima u povratnom lancu. Prvi korak unutar ulazne kontrole jest komunikacija s tvrtkom te procjena da li je potrebna autorizacija iste. Ukoliko je potrebna, traži se šifra za autorizaciju, no ako nije potrebna autorizacija, plaća se naknada te se vrši prikup robe. Nadalje, slijedi faza prikupljanja robe koja predstavlja prikup, preradu, popravak i prijevoz iste. Kod faze prikupljanja robe potrebno je odrediti odgovornu osobu za prikupljanje, koja može biti fizička ili pravna osoba. Ako postoji mogućnost zamjene proizvoda šalje se kupcu na adresu, a ako nije moguća zamjena istog, vrši se otprema robe te prijevoz do najbliže sevrsine točke, gdje slijedi treća faza sortiranje.

Proizvod koji je prošao ove dvije prethodne faze u ovoj se fazi pregledava i razvrstava radi daljnje obrade. Svrha ove faze jest utvrditi da li vraćeni proizvod ispunjava sve kriterije vezane uz povrat, a to je: vrsta proizvoda, autorizacijski broj, količina, itd. Ukoliko je potrebno vrši se transport i konsolidacija.

Pretposljednja faza je faza obrade, gdje se utvrđuje stanje robe u povratu i ustanovi količina robe. Zatim se bira opcija obrade, među kojima je: popravak, rekonfiguracija, nadogradnja, rastavljanje, donacija, reciklaža, preusmjeravanje na sekundarno tržište, itd. Izlazna karika povratnog lanca je faza otpreme. Unutar te faze potrebno je utvrditi da li će se vršiti kompenzacija ili nadoknaditi pad vrijednosti robe korisniku. Kompenzacija se vrši zamjenom proizvoda za novi proizvod ili povratom novčane naknade, gdje završava faza povrata proizvoda.

2.3. Gospodarenje otpadom

Gospodarenje otpada predstavlja djelatnosti sakupljanja, prijevoza, obrade i zbrinjavanja i druge obrade otpada, uključujući nadzor nad tim postupcima te nadzor i mjere koje se provode na lokacijama nakon zbrinjavanja otpada, te radnje koje poduzimaju trgovac otpadom ili posrednik. [3] U nastavku teksta slikom 1 prikazan je hijerarhijski lanac gospodarenjem otpada.



Slika 1. Hijerarhijski prikaz gospodarenjem otpada

Izvor: [4]

Hijerarhijskim prikazom gospodarenja otpada određuje se slijed prioriteta koji potiču očuvanje okoliša uz niz postupaka kako bi se postigao što efikasniji učinak na okoliš, ljudsko zdravlje, cjelokupno gospodarstvo i društvo. Najpoželjniji izbor, kad je riječ o gospodarenju

otpada, je prevencija. Prevencija predstavlja mjere koje se poduzimaju prije nego što neka tvar, materijal postane otpad. Ostali izbori kao što su: smanjenje količine otpada, ponovno korištenje, recikliranje, oporaba predstavljaju pozitivniju aktivnost gospodarenja otpada u odnosu na odlaganje otpada. Zadnji i najmanje poželjan izbor koji se u povratnoj logistici u što većoj mjeri izbjegava je odlaganje komunalnog otpada na odlagalištima. Odlaganjem komunalnog otpada počinje zatrpavanjem zemljišta otpadom, što dovodi do većih šteta:

- otpad onečišćuje podzemne vode;
- zagađenje okoliša;
- negativan utjecaj na klimu i zdravlje ljudi.

Kako bi se navedeni problemi minimalizirali potrebna je:

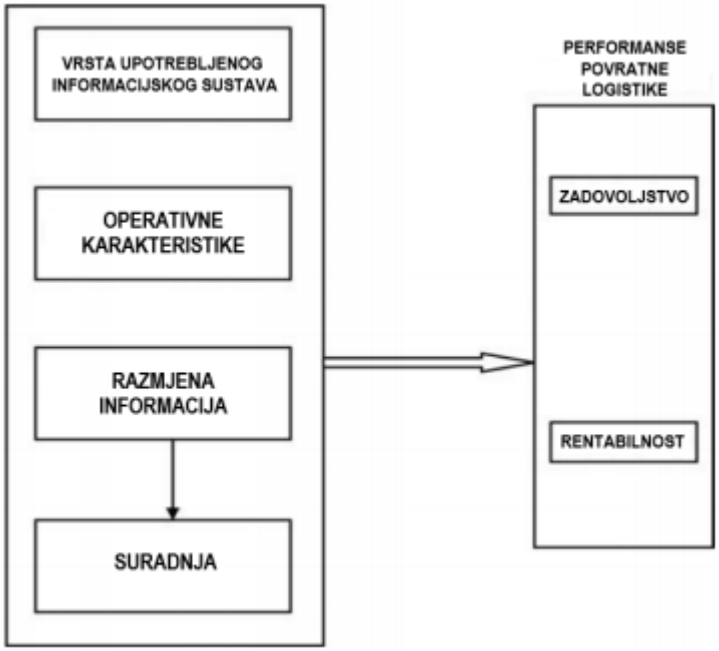
- edukacija stanovništva – stanovništvo je potrebno dodatno educirati na način da se objasni zašto je potrebno odvajati otpad, kako se pravilno odvaja otpad, kako se korisni otpad može iskoristiti, itd.
- stimulacija – predstavlja povrat novčane naknade u slučaju povrata ambalaže, na taj način se vrši obostrana korist ljudi i sustava gospodarenja otpadom
- kazna – u filozofiji svakog čovjeka, najteži "udarac" je novčana kazna. Ukoliko se ne bi pridržavali pravilnog odvajanja otpada, slijedila bi novčana kazna. Njom bi se ostvario pozitivan efekt na okoliš, na način jer bi se spriječilo nepotrebno bacanje otpada u prirodu što bi izazvao pozitivan efekt, tj. društveno koristan rad (čišćenje okoliša).

3. ULOGA INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE U POVRATNOJ LOGISTICI

Informacijske tehnologije imaju značajnu ulogu u upravljanju procesima povratne logistike. Uloga informacijske tehnologije u povratu je evidentirati zahtjev i razlog povrata i na osnovi tih informacija olakšati organizaciju povrata. No, problem današnjice je nedostatak pratećeg informacijskog sustava za razvoj iste. Na tržištu ne postoji fleksibilan informacijski sustav koji bi pratio sve aktivnosti kanala povratnog toka. Današnji informacijski sustavi povrata stvaraju velike troškove, nedovoljnu informiranost proizvoda u kanalima povrata, nefleksibilnost, nepotrebno nagomilavanje robe, itd. Uobičajeni procesi povratne logistike zahtijevaju sudjelovanje više subjekata čime se dodatno komplicira informatizacija procesa. S obzirom da je danas potražnja za vraćenim proizvodom sve veća, glavni je cilj osigurati kvalitetnu komunikaciju i suradnju između subjekata unutar kanala povratne logistike.

Mnoge kompanije imaju problem sa upravljanjem narudžbama i njihovim izvršenjem. Stoga se često suočavaju s neučinkovitim i nedisciplinirani procesima upravljanja povratima. Sustavi za planiranje resursa poduzeća pružaju samo ograničenu sposobnost upravljanja povratima poput kreditnih naloga i autorizacije za povrat materijala. Takvi sustavi ne nude snažnu podršku pri odlukama za autorizaciju povrata i politiku raspolaganja. Još jedan problem leži uz ograničenu i lošu vidljivost podataka. Razina zadovoljstva kupaca može pasti zbog frustrirajućeg procesa vraćanja proizvoda. Roba koja se vrati prije kraja njegovog korisnog vijeka izravno smanjuje prihod tvrtke, također roba koja se oporavlja na kraju njenog korisnog vijeka u svrhu recikliranja ili prerade ima značajne troškove prikupljanja. Kupci i trgovci vraćaju vraćene proizvode natrag dobavljačima i distributerima. Troškovi skladištenja, rukovanja i skupljanja povećavaju se na svakom koraku jer proizvod postaje zastario. Na taj način se povećavaju administrativni troškovi upravljanja politikom povrata nekoliko trgovaca, distributera i proizvođača. [6]

Kako bi se navedeni problemi i sami troškovi smanjili, potrebno je stvoriti adekvatni kvalitetni informacijski sustav koji bi trebao omogućiti prikaz detaljnih podataka vezanih uz količine vraćenih i recikliranih proizvoda, razloge zašto su vraćeni, daljnje usmjerenje, mogućnosti popravka, preprodaje na drugom tržištu, broju obrtaja tih proizvoda. Valjani model odnosa informacijskog sustava i povrtane logistike prikazan je slikom 2.



Slika 2. Model odnosa između informacijskog sustava i povratne logistike

Izvor: [5]

Neke od zadovoljavajućih tehnologija koje se koriste u sustavu povratne logistike su RFID tehnologija, bar kod tehnologija i sl. U narednim točkama bit će detaljnije opisane iste.

3.1.RFID tehnologija

RFID (radio–frekvencijska identifikacijska oznaka) je tehnologija pomoću koje čitač hvata digitalne podatke kodirane u RFID oznake ili pametne naljepnice. RFID je sličan barkodu jer podatke iz oznake ili oznake bilježi uređaj koji podatke pohranjuje u bazu podataka. RFID, međutim, ima nekoliko prednosti nad sustavima koji koriste softver za praćenje imovine barkoda. Najistaknutije je da se podaci RFID oznake mogu čitati izvan vidnog polja, dok se barkodovi moraju uskladiti s optičkim skenerom. [6] RFID pripada grupi tehnologija koje se nazivaju automatska identifikacija i snimanje podataka. RFID metode koriste radijske valove da bi se to postiglo. Na jednostavnoj razini, RFID sustavi sastoje se od tri komponente:

- RFID oznaka ili pametne naljepnice;
- RFID čitača i antene;
- RFID oznake sadrže integrirani krug i antenu, koji se koriste za prijenos podataka na RFID čitač (koji se također naziva ispitivač). .

Čitač tada radijske valove pretvara u korisniji oblik podataka. Informacije prikupljene od oznaka prenose se putem komunikacijskog sučelja u sustav računala domaćina, gdje se podaci mogu pohraniti u bazu podataka i kasnije analizirati. RFID oznaka sastoji se od integriranog kruga i antene. Oznaka se također sastoji od zaštitnog materijala koji komade drži zajedno i štiti ih od različitih okolišnih uvjeta. Zaštitni materijal ovisi o primjeni. Na primjer, značke ID zaposlenika koje sadrže RFID oznake obično se izrađuju od trajne plastike, a oznaka se ugrađuje između slojeva plastike.[7] U nastavku teksta priložena je slika 3, koja prikazuje RFID čitač.



Slika 3. Prikaz RFID čitaća

Izvor: [7]

Primjena RFID moguća je na dva načina [7]:

- aktivna primjena;
- pasivna primjena,

Pasivan način primjene: RFID čitač je postavljen na ulaz u skladište i na taj način evidentira svaki ulaz i izlaz proizvoda iz skladišta, daje informaciju da li je proizvod u skladištu ili nije. [7]

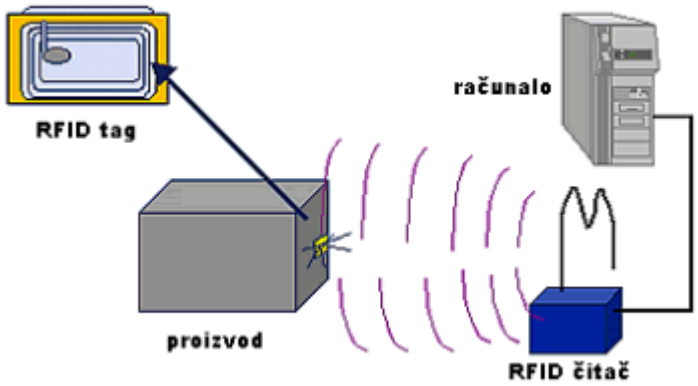
Aktivna primjena: RFID–a označava postavljanje RFID čitača unutar cijelog skladišta. Tako postavljeni RFID čitači "osluškuju" signale proizvoda u skladištu, te ako je signal traženog proizvoda očitan od minimalno jednog čitača znači da je proizvod na određenom mjestu u skladištu. [7]

RFID tehnologija se koristi u područjima za [7]:

- upravljanje zalihama;
- praćenje imovine – praćenje osoblja;
- kontrola pristupa ograničenim područjima;
- oznaka ID-a;
- upravljanje lancem dobave;
- sprečavanje krivotvorenih proizvoda.

Glavna prednost primjene RFID uređaja je smanjenje vremena pronalaska određenog proizvoda, a time se ubrzava i optimizira cijeli proces povrata proizvoda u opskrbni lanac. RFID uređaj također može ubrzati način evidencije ulaska proizvoda i na taj način omogućiti kontrolu proizvoda koji ulaze u sustav. [7]

Osnovni segmenti RFID tehnologije prikazani su slikom 4.



Slika 4. Prikaz segmenata RFID tehnologije

Izvor: [8]

RFID tag je nositelj podataka o proizvodu, poput bar koda. On se sastoji od memorijskog čipa i odašiljača koji komunicira s RFID čitačem. RFID tagovi mogu biti aktivni i pasivni. Pasivni tagovi energiju crpe iz elektromagnetskog polja koje emitira RFID čitač. Aktivni tagovi su skuplji i koriste se rijetko, uglavnom za prijenose na većim udaljenostima. Oni imaju vlastiti izvor napajanja.

RFID čitač sastoji se od antene i upravljačkog uređaja. Antena omogućuje razmjenu podatka sa RFID tagovima, a upravljački uređaj obrađuje podatke i komunicira sa računalom.

Računalo inicira proces i daje nalog čitaču da emitira radio signal. Antena RFID čitača emitira radio signale koji aktiviraju RFID tag.

RFID tehnologija je idealan alat koji omogućuje podizanje kvalitete usluge na višu razinu, posebice kada je riječ o trgovini. Proizvodi označeni RFID tagovima mogu očitavati podatke čak na udaljenosti od 10 metara. Također, RFID tagovi su vrlo otporni na fizička oštećenja, oni omogućuju naknadno zapisivanje informacije, primjerice da je određeni proizvod naknadno rezerviran ili već plaćen, informacije o uvjetima garancije, itd.

Prednosti RFID tehnologije [9]:

- bolja razina usluge;
- omogućuje sigurnost sustava;
- personalizirane promotivne poruke u realnom vremenu;
- preporuke putem promotivnih kanala temeljene na ponašanju i preferencijama;
- mogućnost izrade virtualnih popisa za kupovinu;
- brži proces naplate;
- analizu ponašanja kupca za vrijeme kupovine;
- automatizacija sustava maloprodaje;
- manji utrošak ljudskih resursa;
- omogućuje pravovremeno davanje informacije o samom proizvodu, itd.

RFID tehnologija je skupa. Pošto se bazira na radio valovima, pati od svih nedostatak radio komunikacije: radio valovi se loše ponašaju u vlažnim uvjetima, u prisutnosti veće količine metala u okruženju kao i u prisutnosti "elektroničke buke". Mnoštvo podataka koji se žele kodirati u RFID tagove poskupljuje njihovu izradu jer je potrebno izrađivati sve veće memorijske čipove. Posljedica toga je povećanje vremena potrebnog za očitavanja i prijenos podataka. Kod naknadnog zapisivanja informacija u RFID tagove potrebno je osigurati sigurnosne mehanizme kako bi se spriječilo zapisivanje krivih informacija od strane neovlaštenih osoba.

3.2. Uloga RFID tehnologije u povratnoj logistici

Tržište povratne logistike definiran je robnim markama proizvoda, logističkim dobavljačima i trgovcima koji se sve više moraju baviti povratom otpremljene robe. U mnogim slučajevima tvrtke šalju više opcija proizvoda svojim kupcima koji tada odaberu i pošalju neželjene proizvode natrag. Ova opcija povrata usluge kupcima presudna je za

dobivanje nove prodaje, no ova opcija vrši pritisak na logistiku prodavača. To može stvoriti ogroman zaostatak zaliha proizvoda, jer predmeti čekaju da se vrate na police skladišta.

Međutim, postoji bolji način. davanja prilagođene, RFID oznake povratne pošiljke uz svaku odlaznu pošiljku, vlasnik robne marke ili trgovac može osigurati da se vraćena roba može automatski prijaviti koristeći odgovarajuću infrastrukturu čitača. Na taj način dobivaju sveobuhvatan pregled u stvarnom vremenu za svu vraćenu robu, kao i smanjenje broja radnih sati i pridruženih troškova. Osim toga, proizvodi se mogu brže vratiti u popis, stavljajući ih na prodaju prije nego što je to slučaj sa starijim metodama. Međutim, postoji bolji način. Davanjem prilagođene RFID oznake povratne pošiljke uz svaku odlaznu pošiljku, vlasnik robne marke ili trgovac, može osigurati da se vraćena roba može automatski prijaviti koristeći odgovarajuću infrastrukturu čitača.

Da bi se postigle ove prednosti, Pinnpoint, švedski stručnjak za logistička rješenja, osmislio je neobične naljepnice za upotrebu na novim uređajima koji podržavaju RFID, kao što i nudi cjelovito rješenje koje se sastoji od softvera i integracijskih usluga. Etikete - obično listovi A4, A5 ili prilagođeni formati s ugrađenim RFID oznakama, dizajnirani tako da se pričvršćuju na kartone ili kontejnere koji se isporučuju kupcu. Izgled naljepnice s ugrađenim RFID oznakom prikazana je slikom 5.



Slika 5. Naljepnica ugrađena s RFID oznakama

Izvor: [10]

Mnoge specijalizirane softverske tvrtke razvile su pakete za rješavanje problema povrata. Online mogućnosti povratka i elektronička obrada povrata drastično povećavaju brzinu rukovanje povratima, povećanje zadovoljstva kupaca i smanjenje troškova.

Na primjer, tijekom prve faze kada kupci i trgovci žele vratiti proizvod, mogu posjetiti web stranicu proizvođača, potražiti broj jedinice za održavanje zaliha prema narudžbi proizvoda koji se vraća i provjeriti postupke i pravila za njegovo vraćanje. Web stranica i njezini pridruženi softver također može prepoznati razlog povrata kako bi proizvođač mogao unaprijed odrediti način raspolaganja čime se minimiziraju troškovi prijevoza i vrijeme obrade. [11]

Iz perspektive planiranja, prikupljanje proizvoda bilo na mjestu proizvođača ili na središnjoj lokaciji sabirni centar također omogućuje pojednostavljenje, ako osoblje na tim mjestima ima bolje razumijevanje, unaprijed, o količini proizvoda koji se vraćaju i njihovom mjestu kako bi mogao biti teret u kombinaciji. Primjer takvog sofisticiranog rješenja razvila je tvrtka Spiegel u suradnji s lokalnim poštanskim uredima.

Spiegel je razvio sposobnost gdje kupci mogu vratiti naručene proizvode putem pošte u lokalni poštanski ured. Službenik potvrđuje internetsku proceduru povrata, ispisuje potvrdu s iznosom kredita i šalje proizvod natrag u Spiegelov distributivni centar, koji automatski daje kredit kad proizvod stigne. U Konvenciji o suzbijanju ljudskih prava, IT može pomoći zaposlenicima u složenom procesu odlučivanja o konačnoj dispoziciji vraćenog proizvoda. Tvrtka za održavanje računala, koristi softver koji uključuje svoje kupce o odlučivanju da li će se popraviti, rastaviti, ponovno upotrijebiti vraćeni proizvodi. [11]

Dobar povratni logistički sustav uključuje pravilno prikupljanje podataka i učinkovito izvještavanje. Kako bi se to postiglo potrebno je pružiti pomoć i razumjevanje prilikom vraćenja proizvoda, potrebno je prikupljati dosljedne i strukturirane podatke koje se odnose na razlog povratka proizvoda i njegovo trenutno stanje.

Jedna tehnologija, koja brzo dobiva na značaju, je RFID. Napredak u RFID tehnologiji omogućuje označavanja gotovo svega, potičući revoluciju u fizičkim objektima komunicirajući s informacijskim sustavima. Ova tehnologija omogućuje značajno smanjenje troškova u maloprodaji, automobilskoj industriji, farmaciji i osobnom računalu unutar lanca opskrbe. RFID tehnologija mogla bi se koristiti i za učinkovitu zaštitu od povratka krivotvorenih proizvoda. Lažni povrati predani u jednoj trgovini možda su ukradeni na raznim mjestima duž opskrbnog lanaca ili kupljeno ispod pune maloprodajne vrijednosti u prodajnoj trgovini, a zatim vraćeno u maloprodajne prodavaonice za puni povrat. Serijski broj na elektroničkom kodu proizvoda prikazuje oznaku za jasno prepoznavanje jedinstvene stavke proizvoda.

Danas, softverske tvrtke razvijaju aplikacije temeljene na RFID tehnologiji koja koriste čitače za "zaključavanje" te sadržavaju oznake na šalteru za naplatu svakog predmeta koji se

proda. Ako se stavka na kraju vrati, tada se oznaka može koristiti za određivanje valjanost proizvoda.

3.3. Tehnologija bar koda

Bar kod je optički i strojno čitljiv oblik podataka koji se koristi za prepoznavanje objekata. Bar kod omogućuje uređaju da preuzme veliku količinu informacija o objektu čim se objekt prepozna pomoću jedinstvenog formata vizualnog koda stvorenog crtanjem susjednih linija s promjenjivim širinama i razmacima. Barkod se primjenjuju na proizvode kao brzo sredstvo za prepoznavanje. Koristi se u maloprodajnim trgovinama kao dio procesa kupnje, u skladištima za praćenje zaliha i na računima za pomoć u računovodstvu, između mnogih drugih namjena. [12]

Postoje dvije vrste bar koda: jednodimenzionalni i dvodimenzionalni bar kod prikazani slikom 6 i 7:



Slika 6. Jednodimenzionalni bar kod

Izvor: [13]



Slika 7. Dvodimenzionalni bar kod

Izvor: [13]

Jednodimenzionalni bar kodovi predstavlja niz linija koje se koriste za spremanje tekstualnih informacija, kao što su vrsta, veličina i boja proizvoda. Pojavljuju se u gornjem dijelu univerzalnih kodova proizvoda koji se koriste na pakiranju proizvoda kako bi se pomoglo praćenje paketa putem američke poštanske službe, kao i brojevima na poleđini knjiga.

Dvodimenzionalni bar kod je tehnologija koja omogućuje pohranu većeg broja informacija o proizvodu u odnosu na dosadašnji jednodimenzionalni bar kod. Dvodimenzionalni bar kod se sastoji od podataka koji se nalaze u više redova i stupaca. Kao i jednodimenzionalni, koji se u poštanskoj djelatnosti koriste za ispis na relativno malu površinu.

Prva razlika između ta dva bar koda je u tome što dvodimenzionalni bar kod omogućava kodiranje veće količine podataka, što omogućuje velike gustoće kodiranja, npr. oko 600 alfanumeričkih znakova u kvadratnom inču.

Podtipovi dvodimenzionalnog bar koda prikazani su slikama 6 i 7:



Slika 8. Dvodimenzionalni barkod u obliku matrice

Izvor: [14]



Slika 9. Dvodimenzionalni barkod u obliku svežnja

Izvor: [14]

- U obliku matrice – temelji se na kvadratićima raspoređeni unutar oblika matematičke matrice
- U obliku svežnja – sastoji se od crtica ispisanih u više vodoravnih redova grupiranih u nekoliko okomitih stupaca.

U primjeni dvodimenzionalnog barkoda postoji više načina zapisa barkoda koji se sastoje od niza paralelnih linija različitih širina tamne i svijetle zone. Kombiniranjem širine linija i prostora, zapisuje se traženi podaci. Barkod čitači su uređaji koji to znaju pročitati iz ovih kombinacija linija i snimljene podatke proslijediti dalje.

Potencijalne koristi poduzeća primjenom bar koda [15]:

- **Bolja točnost** - oslanjanje na barkod za obradu podataka daleko je preciznije od oslanjanja na ručno unesene podatke, što je sklon greškama;
- **Podaci su odmah dostupni** - zbog brzine obrade informacije o razinama zaliha ili prodaji dostupne su u stvarnom vremenu;
- **Smanjeni zahtjevi za obukom** - zahvaljujući jednostavnosti skenera za barkod, zaposlenicima je potrebno malo na putu obuke kako ga koristiti. Uz to, zahvaljujući barkodovima, zaposlenici imaju mnogo manje učenja i zadržavanja;
- **Poboljšana kontrola zaliha** - mogućnost skeniranja i praćenja zaliha daje mnogo točnije prebrojavanje, kao i bolji izračun broja zaliha. Tvrtke mogu držati manje zaliha kad znaju kako će im uskoro trebati;
- **Implementacija s malim troškovima** - generiranje barkodova brzo je i jednostavno, kao i instaliranje sustava barkoda. Potencijalne uštede mogu se ostvariti gotovo odmah.

Bar kodovi se mogu primjenjivati u skladištu, trgovini, proizvodnji i drugim uslužnim djelatnostima. Primjenom bar koda smanjuje se greške koje uzrokuje ljudski faktor. U procesu zaprimanja robe u prodavaonici ili skladištu može se odmah utvrditi da li je navedeni proizvod već evidentiran u informacijskom sustavu. Ukoliko proizvod nije evidentiran, sustav ga neće prepoznati, što daje signal da je potrebno unijeti podatke tog proizvoda u sustav. Prilikom odrađivanje inventure u prodavaonicama ili skladištima primjenom bar koda podaci o proizvodima se odmah očitavaju i prenose u informacijski sustav što omogućuje znatno brži proces inventure.

3.4.Uloga bar kod tehnologije u povratnoj logistici

Pojavom tehnoloških sustava, među kojima su bar kodovi pokazalo se dobrom praksom za upravljanjem sustava povrata proizvoda. Jedna od prednosti korištenja tehnologije bar koda za vraćene proizvode je ta što proizvod sadrže crtične kodove koji se mogu skenirati i na taj način se smanjuje rukovanje. Pored toga, neke tvrtke okreću se inovativnim metodama prijevoza kako bi pomogle ubrzati primanje robe. Tvrtke mogu smanjiti troškove prijevoza koordiniranjem povrata pošiljaka s većim pošiljkama.

Nakon što tvrtke imaju povrat proizvoda u svom vlasništvu, predmet može provesti dane, tjedne, pa čak i mjesece na polici koja čeka da se procijeni jer se taj postupak često provodi od slučaja do slučaja. Ispitivanje, sortiranje i ocjenjivanje proizvoda koji se vraćaju zahtjevni su i

dugotrajni zadaci. Proces se može pojednostaviti ako tvrtka podvrgne standardima kvalitete i koristi senzore, bar kodove i druge tehnologije za automatizaciju praćenja i testiranja. Čak i ako za upravljanje izlaznim lancem opskrbe koristi nekakav sustav praćenja zaliha, zajedno s barkodovima, postupak vraćanja može zahtijevati posebne zahtjeve.

Tvrtke često pogrešno vjeruju da izlazne operacije mogu upravljati povratima radeći sve obrnuto. Međutim, obrnute operacije moraju upravljati nizom jedinstvenih funkcija koje nisu uključene u odlazne procese, npr. prikupljanje zastarjelih, neželjenih ili oštećenih proizvoda kao i pakiranje. Također, slučaj gdje je proizvod složeniji to je veći postotak povrata zbog nekoliko čimbenika, uključujući više varijabli koje mogu poći po zlu, veći broj bezkvalificiranih operatera i često reguliranu dispoziciju do kraja života.

Drugim riječima, u cijelom postupku vraćanja mora se procijeniti i uzeti u obzir zahtjeve prilikom postavljanja sustava s bar kodom, ako se očekuje da će se povrat ispuniti. Pomoću bar kodova softver za upravljanje zalihama prati broj predmeta. Softver može pratiti stvari po zalihama prema serijskom broju, broju serije, kodu datuma i paleti. Predmeti se mogu pratiti na kompjuterima ili mobilnim uređajima.

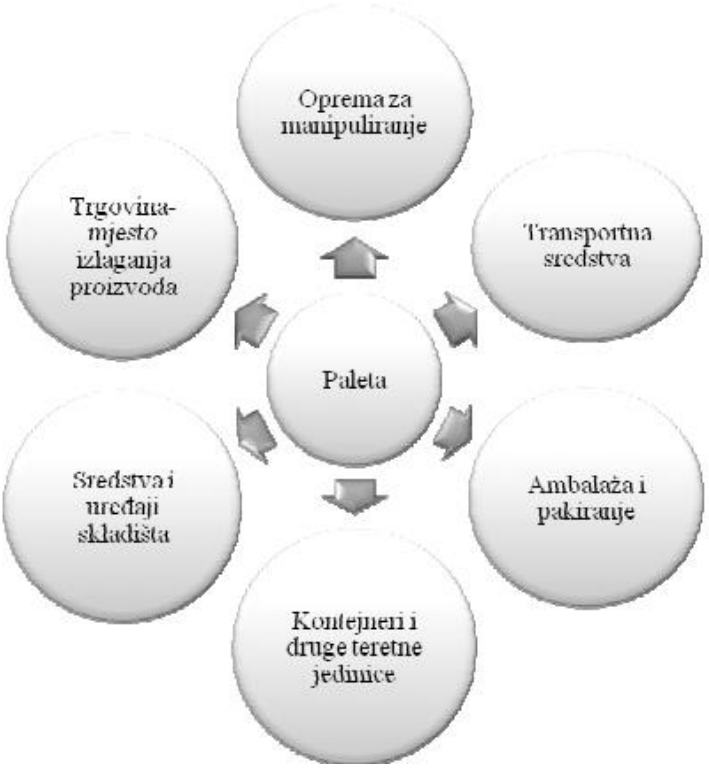
4. KOMPARATIVNA ANALIZA PALETNOG SUSTAVA NA TRŽIŠTU RH I EU S TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG ASPEKTA

U ovom poglavlju detaljno će se opisati uloga, značenje i važnost paleta, te sustava paletizacije u logistici. Također, istražit će se paletni sustav na tržištu RH i EU, te će se komparativnom analizom dvaju tržišta isteći prednosti i nedostatci istih.

4.1.Općenito o paletama i paletizaciji

Palete

Paleta je transportno manipulativna jedinica koja služi za okrupnjavanje proizvoda radi lakšeg transporta veće količine robe. Palete imaju veliku ulogu u procesu distribucije, odnosno logistike. One su ključne karike u cjelokupnom opskrbnom lancu, neophodne za prijevoz svega, od majica, automobila do lijekova. S tehnološkog aspekta palete su transportno sredstvo koje su namijenjene za prijevoz robe na njima, one predstavljaju opremu manipulacije unutar skladišnih procesa. One mogu biti trgovinsko sredstvo za izlaganje proizvoda na njima. Funkcija paleta s tehnološkog aspekta u nastavku teksta prikazano je slikom 10.



Slika 10. Shema funkcije paleta

Izvor: [16]

Palete se dijele prema [17]:

- obliku palete;
- dimenziji;
- namjeni;
- vrsti materijala od kojeg su izrađene;
- konstrukcijske osobine itd.

Palete prema obliku dijele se na ravne palete i boks palete.

Ravne palete izgrađene su najčešće od drveta, ali postoje ravne palete građene od plastike i metala. Namjena ravnih paleta je primiti komadni teret koji je složen u teretnu jedinicu te omogućiti ukrcaj, iskrcaj, prijevoz pomoću viličara. Palete imaju dva ili četiri ulaza. Palete koje se najviše koriste su dimenzija: 1200 x 800 mm, 1000 x 800 mm, 1200 x 1000 mm, 1600 x 1200 mm i 1800 x 1200 mm.

Boks palete su ravne palete koje su ograđene ogradom od drvenih ili metalnih okvira, a visine do 1 metar. One mogu biti otvorene ili zatvorene, s poklopcem ili bez poklopca.



Slika 11. Ravna drvena paleta
Izvor:[18]



Slika 12. Boks paleta
Izvor:[18]

Podjela paleta prema namjeni dijele se na jednokratne palete i univerzalne palete.

Jednokratne palete su palete koje su nepovratne, dok višekratne palete, kao što samo ime govori, su palete koje se više puta koriste.

Univerzalne palete su palete najmjenjene različitim vrstama terete, dok su specijalne palete namjenjene specijalnoj vrsti tereta. [19]



Slika 13. Specijalne palete

Izvor: [20]

Podjela paleta prema vrsti materijala dijele se na drvene, metalne i plastične palete.

Drvene palete - sagrađene od drvene konstrukcije, to su palete koje se najčešće koriste i primjenjuju se za različite težine tereta. Drvene palete su u velikoj primjeni u svijetu, posebice u Europi. Vrsta drvenih paleta koji su u opticaju na tržištu Europe su tzv. Euro palete. Izgled euro paleta prikazan je slikom 13.



Slika 14. Euro palete

Izvor: [21]

Metalne palete – najprikladnije za korištenje u skladištu jer zauzimaju minimalno prostora. Praktične su jer se mogu jednostavno sklapati i rasklapati. Primjer metalnih paleta prikazane su slikom 15.



Slika 15. Metalne palete

Izvor; [22]

Plastične palete – sagrađene od plastike, mogu se reciklirati kao drvene palete, ali ne mogu obnavljati energiju. Slikom 16 prikazane su plastične palete.



Slika 16. Plastične palete

Izvor: [23]

Podjela paleta prema konstrukcijskim osobinama dijele se na statične i pomične palete.

Paletalizacija

Jedan od prvih osnovnih oblika unapređenja transportne tehnologije je paletizacija. Paletizacija je skup organizacijskih povezanih sredstva i tehnoloških postupaka za automatizirano manipuliranje prijevoza okrupljenih jedinica terete na paletama, prikazano slikom 17.



Slika 17. Paletizacija

Izvor: [19]

Cilj paletizacije je [19]:

- dobivanje jedne veće pošiljke sa standardiziranim dimenzijama;
- olakšavanje manipulacije i transporta;
- minimalizacija ili potpuno uklanjanje ljudskog faktora iz postupaka manipulacije;
- povećanje iskorištenosti prostornih kapaciteta i mehanizacije;
- povećanje brzine i sigurnosti manipulacije;
- maksimiziranje radnog učinka.

Sustav paletizacije također pridaje veliku pažnju zaštiti okoliša i održavanju paleta kako bi imale što duži vijek trajanja, mogućnost recikliranja ili ponovnog korištenja.

Prednosti paletizacije su [19]:

- upotreba lagane i ekonomične ambalaže koja svojom težinom ne utječe na cijenu prijevoza;
- smanjenje rizika od gubitka robe (izgubi se i do 70% manje robe);
- utovar, istovar i ponovno punjenje velike brzine (do 400% brže rukovanje paletom);
- smanjenje broja ručnih postupaka manipulacije, čime se povećava produktivnost rada;
- učinkovitije korištenje kapaciteta opreme i sredstava za manipulaciju robom;

- ogromne uštede u prostoru za skladištenje i transport jer se palete lako slože jedna na drugu;
- bolja fizička zaštita robe;
- smanjenje administrativnih troškova.

4.2. Analiza paletnog sustava na tržištu RH

Paletni sustav čine paletne jedinice napravljene od različitog materijala, primjerice od drva, plastike, papira u svrhu odvijanja procesa distribucije, skladištenja i prijevoza robe. Na tržištu RH paletni sustav nije toliko razvijen kao na tržištu Europe. U Hrvatskoj za transport i skladištenje najviše se koriste drvene euro palete standardnih dimenzija 1200 x 800 mm. Tržište RH, za razliku od europskog, u manjoj mjeri koristi plastične palete, koje se najviše primjenjuju u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji.

Razmjena paletnih jedinica na tržištu RH između pošiljatelja i primatelja radi po principu novčane kompenzacije. Ukoliko primatelj robe na paleti nije u mogućnosti vratiti praznu paletu prilikom dostave robe, vrši se faktura u iznosu cijene prazne palete, koja iznosi oko 10 eura. Takvi slučajevi u Hrvatskoj su učestali, posebice kad je riječ o opskrbi veleprodaje i maloprodaje.

U tom slučaju pošiljatelj robe gubi svoju platenu jedinicu što dovodi do gubitka imovine. Neke tvrtke ne vode brigu o povratu vlastitih paleta što uzrokuje velike gubitke. U praksi postoje slučajevi da tvrtke koje vrše prijevoz robe, nemaju dostupne palete, te moraju ponovno nabavljati nove ili iznajmljivati, što dovodi do gubika vremena koje je u logistici neophodno.

Za razliku od tržišta EU, tržište RH ima manji raspon paletnih jedinica koje cirkuliraju. Kada bi se napravila komparacija tržišta EU i RH, u Hrvatskoj također ima manji broj proizvođača paletnih jedinica, i samim time manja ponuda istih. Logističke usluge prijevoza robe na paleti na tržištu Hrvatske najviše se koriste u cestovnom prijevozu, dok nešto manje u drugim vrstama transporta kao što je prijevoz paleta zračnom i pomorskom transportu. U prijevozu robe na tržištu Hrvatske najčešće se koriste euro palete, koje su drvene i sa strane imaju oznaku EPAL ili EUR. Izrađene su prema specifikaciji europskog udruženja EPAL i namijenjene su za ponovnu uporabu. Dimenzije euro palete su 120 × 80 × 14 cm (dužina x širina x visina). Zbog tih dimenzija euro palete su najprikladnije za transport u kamionima, koji su obično široki oko 2,40 metara.

Također, tržište RH raspolaže sa manjim brojem proizvođača paletnih jedinica, Najviše se broje proizvođači drvenih paleta među kojima su: Toma palete, obrt Božić, pilana Ivoli, Zaprešićka d.o.o., dok nešto manje ima proizvođača plastičnih paleta kao što je tvrtka Kaiser kraft, Epal plast. Pensito adriatik.

Prema tome, kada bi se usporedila tržišta RH i EU, osim što tržište EU ima veći raspon paletnih jedinica koje cirkuliraju, imaju veći broj proizvođača paleta te samim time i veću i bogatiju ponudu istih. U Hrvatskoj ne postoji razvijen model paleta sa ugrađenim senzorima za različite parametre u odnosu na Europu, što samim time i daje manju prednost i kvalitetu logističke usluge.

4.3.Analiza paletnog sustava na tržištu EU

Upotreba paleta u europskom prijevozu roba povećala se u posljednjih 15 godina sa 280 milijuna na 550 milijuna jedinica i postala je neophodna. U Europi s godišnje cirkulira oko 90 % drvenih paleta. Palete koje se koriste u proizvodnji, trgovini i logističkoj industriji su ravne konstrukcije od drveta, plastike, papira i metala. [25]

Drveno paletiranje doprinosi 90% globalnog okupljanja paleta zbog svoje troškovne učinkovitosti u odnosu na plastične palete. Međutim, potražnja za paletama koje se mogu prati, higijenski i bez insekata može u budućnosti pokrenuti potražnju za plastičnim paletama. Pametno upravljanje paletama smanjuje pritisak potrošnje, minimiziranjem ogromnih plaćanja nabavke paleta što čini troškovno efikasan pristup za palete. Očekuje se da će globalno tržište usluga okupljanja drvenih paleta rasti na 8-9%, prvenstveno zbog brze industrijalizacije i povećanjem globalne trgovine. Strogi standardi čistoće u farmaceutskoj industriji također su glavni pokretač rasta usluga skupljanja paleta. [25]

Euro drvene palete su prilično standardizirani proizvod i imaju malo prostora za inovacije. To je uzrokovalo prodiranje plastičnih i kompozitnih paleta koje se mogu uklopiti sa pametnim značajkama poput mogućnosti praćenja, lagane težine, duljeg vijeka trajanja itd. Eco Pal sve su visoko učinkovite izvedbe paleta čiji je cilj služiti tržištima koje pretežno opskrbljuju drvenim paletama. Europsko tržište paleta visoko je standardizirano i usmjereno je ka automatizaciji, naprednim uređajima za praćenje za poboljšanje učinkovitosti. Očekuje se da će plastične palete svjedočiti bržem rastu od 6-7 posto do 2021. u usporedbi s drugim formatima paleta u sljedećih 3-5 godina, zahvaljujući lakoj, recikliranoj, lakoći rukovanja i svojstvima čišćenja. [26]

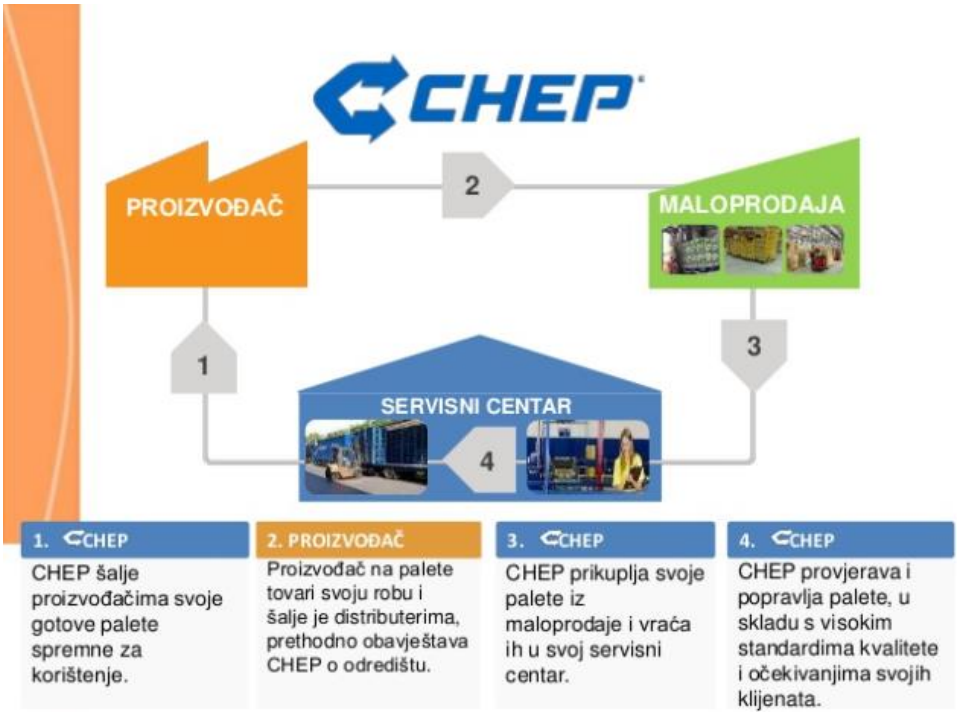
Na tržištu EU postoji 25 proizvođača paletnih jedinica, neki od njih su: AUER Packaging GmbH, Brambles Ltd., Craemer GmbH, Falkenhahn AG, Groupe PGS, Nefab AB,

PalettenWerk Kozik Spolka Jawna, Palletkraft Europe Ltd., Schoeller Allibert Services BV i Vierhouten Groep BV, Chep palete. Detaljnije o njihovoj ponudi paletnih jedinica je prikazano u nastavku teksta.

Chep paleta

Kompanija "Chep" je osnovana 1946 godine u Australiji, danas posluje na 6 kontinenata, u četrdeset i šest zemalja. Svuda ima svoja skladišta (servisne centre). Trenutno više od 300.000 preduzeća koristi sistem opskrbnjivanja nosivim postoljima iz mreže koja obuhvaća više od 300 miliona paleta, sanduka i kontejnera visokog, standardnog kvaliteta.

Način na koji funkcionira sustav Chep paleta zasnivan je na iznajmljivanju opreme proizvođačima i distributerima. Uloga "Chep"-a je mogućnost isporuke paleta do proizvođača ili uvoznika robe, te nakon upotrebe u procesu skladištenja i transporta nudi mogućnosti prikupa s mjesta istovara. U servisnim centrima palete vrši se detaljni pregled i popravak, što sprječava mogućnost oštećenja same robe. Dakle, "Chep" je vlasnik opreme koju kratkoročno i dugoročno iznajmljuje i kao operater istih, upravlja njome preuzimajući od klijenata koji ih koriste. Palete kruže među servisnim centrima, klijentima i krajnjim primaocima. Iako postoji stalno kruženje, palete se nalaze pod stalnom kontrolom što se tiče količine, kvaliteta i trenutne lokacije. Prikaz funkcioniranja sustava Chep paleta prikazan je slikom 19. [27]



Slika 18. Shematski prikaz funkcioniranja sustava Chep paleta

Izvor: [28]

Najviše se razmjene Chep paleta vrši unutar Nizozemske. Izvan Nizozemske nije preporučljivo slati robu na Chep paleti jer su to palete za iznajmljivanje i nisu uvijek prihvaćene / ne mogu se zamijeniti na istovarnoj adresi. Vrste Chep paleta prikazane su slikama 16, 17, 18:



Slika 19. Drvene Chep palete

Izvor: [29]



Slika 20. Drveno – metalne Chep palete

Izvor: [29]



Slika 21. Plastične Chep palete

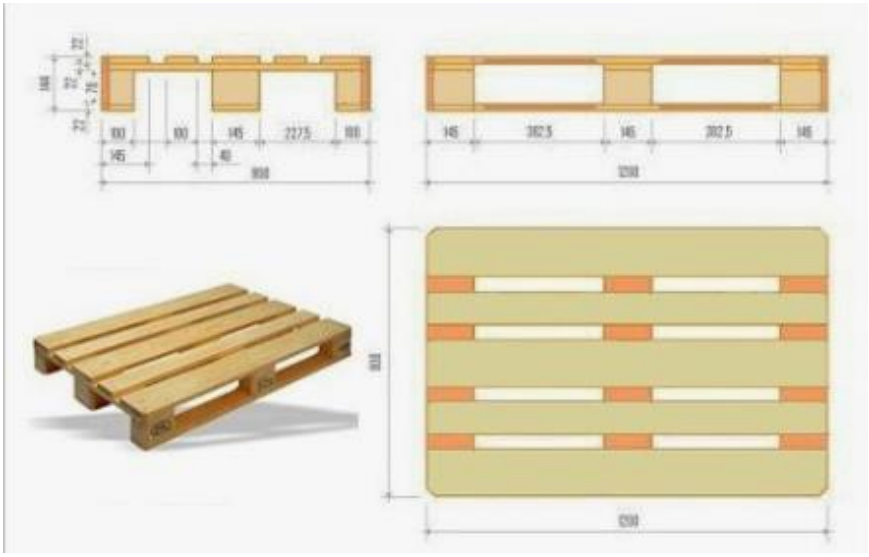
Izvor: [29]

U nastavku teksta tablicom 1 su prikazane specifikacije Chep paleta.

Euro palete

Euro palete odgovorne su za izvoz najviše robe u Europu. U njihovim se specifikacijama i načinu proizvodnje razlikuju od standardnih paleta. Pri izvozu u Europu, ruta i međunarodni običaji zahtijevaju određene europalete. Poduzeća i pojedinci nisu uspjeli izvesti robu prilikom pokušaja upotrebe standardnih ili drugih paleta umjesto potrebnih euro palete. Konstrukcije Euro paleta dizajnirane su u Melbourneu kako bi se osiguralo da su u skladu s međunarodnim standardima.

Za izvoz i primanje robe iz Australije i u Europu moraju se poštovati različiti standardi i usklađenosti. Sve euro-palete proizvedene pomoću običnih paleta udovoljavaju svim EPAL standardima. Ispunjavanje standarda poštivanja jamčit će da se sigurno rukuje vašom robom izvozom i da neće kasniti u carinama ili karanteni. Ako se ne koriste Euro palete koje se pridržavaju ispravnih specifikacija, odložit će se roba ili je vratiti u Australiju u cijelosti. Slikom 20 prikazan je izgled Euro paleta.



Slika 22. Euro palete

Izvor: [30]

Za Euro palete postoji sustav razmjene u sljedećim državama EU:

- Belgija
- Nizozemska
- Luksemburg
- Njemačka
- Austrija

- Švicarska

Izvan ovih zemalja otpremati robu na euro paleti je nerazumno jer ne postoji sustav razmjene i te bi euro palete trebalo smatrati izgubljenima. Taj se gubitak ne može zahtijevati od pružatelja logističkih usluga.

Gitterbox palete

To su čelična paleta nezamjenjiva je radna konja automobilske industrije i najraširenija paleta mjenjačkih kutija na svijetu. Uglavnom se koristi u Europi. Palete EPAL kutija osigurava transport preko granice. Palete EPAL kutija garantiraju nesmetan transport robe i osiguravaju stabilno skladištenje robe zahvaljujući visokoj kvaliteti. Gitterbox palete se mogu slagati, čak i do sedam komada, ali ne više od 800 kg po kutiji. Na prednjoj strani Gitterbox-a nalaze se dva klapna koja mogu otvoriti / zatvoriti kutiju. Oni također olakšavaju utovar robe u jedinicu za skladištenje. [31] Slikom 21 prikazan je izgled Gitterbox paleta.



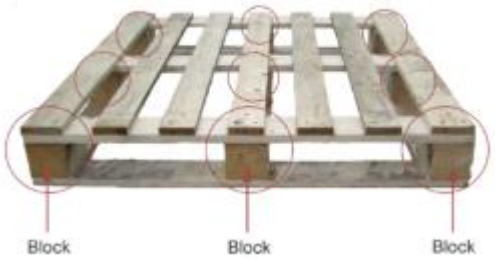
Slika 23. Gitterbox paleta

Izvor: [31]

Blok palete

Blok paleta dobiva svoje ime po blokovima koji čine njenu bazu. U blok paleti obično postoji 9 blokova, s blokom od punog drveta koji je postavljen u svaki od četiri ugla, u sredini svake strane palete i u središtu same palete kako bi podržao opterećenje jedinice.

Blok paleta je također poznata kao "četverosmjerna" paleta jer se zupci dizalice ili viljuškara mogu prići i podići sa sve četiri strane palete. Blok palete mogu se oblikovati sa ili bez donjih ploča. Obično se smatra da su blok-palete jače i trajnije od palete s nizovima jer koriste i paralelne nizove i okomite blokove, ali kao što ćete vidjeti u nastavku ispitivanja od glave do glave, to nije nužno istina. Slikom 22 prikazan je izgled Blok palete.



Slika 24. Izgled Blok palete

Izvor: [32]

Paletten Werk Kozik

Palletkraft Europe Ltd. je franšiza usmjerena na logistička rješenja unutar paletne industrije izrađena od obnovljivih i reciklirajućih sirovina. Neke od vrsta paletnih jedinica koje posjeduju [33]:

AF – 1 palete za zrakoplovni prijevoz

- nudi potpunu pokrivenost prostora na uld platformi
- znatno smanjuje mogućnost oštećenja proizvoda
- smanjenje ugljičnog otiska
- bolja apsorpcija šoka
- potpuno paletizirana platforma uld zrakoplova
- skraćuje vrijeme utovara (manje radnih sati)
- nema ručnog sortiranja i utovara tereta (samo manipulacija utovarivanjem viljuškara)



Slika 24. Izgled AF – 1 palete za zrakoplovni prijevoz

Izvor: [33]

Palete za kućanske aparate

Značajne karakteristike navedenih paleta su [33]:

- znatno smanjuje mogućnost oštećenja proizvoda
- stabilnost i kvaliteta proizvoda
- veliki proizvodni kapacitet - upravo na vrijeme isporuke
- ne oštećuje pod, pogodan za izloge i distribucijske centre



Slika 25. Prikaz paleta za kućanske aparate

Izvor: [33]

X – Palete

X-paleta ima drugačiji, robusniji dizajn. Integrirani ojačani okvir izrađen od 5 ili 7 slojeva valovite ploče čini snažnu gornju površinu i veći dinamički i statički kapacitet. Paleta može prenijeti sve vrste težih tereta do 1.600kg (dinamičke), a može se koristiti i na otvorenim nosačima i na transportnim transporterima. Prikaz izgleda X paleta prikazano je slikom 25. [33]



Slika 26. Primjer X palete

Izvor: [33]

M – palete

M-palete su vrlo lagane i tanke (visine od 8 do 11 cm). Paleta ima zatvorenu donju stranu s otvorima za kotače Pallet Jacks. Namjena palete je da nosi lakše terete tamo gdje je potrebna zapremina na paleti ili za teže ravnomjerno raspoređene terete. Slikom 26 prikazan je izgled M paleta.



Slika 27. Primjer M-palete

Izvor: [33]

Mondipal

Mondipal je dobavljač plastičnih paleta, plastičnih posuda, kanti i sanduka. Proizvodi koji pakiranje i transport čine lakšim i učinkovitijim. Raspon Mondipal je vrlo širok; od jednosmjerne lagane palete do teške palete za višestruku upotrebu. Od malih plastičnih sanduka do posuda velikog volumena. Mondipal se zalaže za održivost, kvalitetu, dobru uslugu i pouzdanost. [34]

Plastične palete

Plastične palete imaju brojne prednosti u odnosu na drvene palete. Plastične palete se ne drobe, ne apsorbiraju vlagu i neće istrunuti. Ovo čini ove palete korisnijim. Plastična paleta ne zahtijeva nikakvo održavanje i izgleda privlačnije s obzirom na drvenu paletu. [34] Slikom 27 prikazan je izgled plastičnih paleta.



Slika 28. Plastične palete tvrtke Mondipal

Izvor: [34]

Tvrtka Mondipal također posjeduju ostale vrste plastičnih paleta kao što su: palete za kontejnere, jednokratne i izvozne palete, palete za teške uvijete rada, higijenske palete, palete sa srednjim opterećenjem, izložite palete.

Falkenhahn AG

Falkenhahn AG je jedan od najvećih proizvođača paleta u Njemačkoj. Početkom 2008. godine, nakon 16 godina uspješne proizvodnje EPAL paleta, Falkenhahn AG je postavila smjer za novu budućnost prelaskom na world paletu . world paleta je novo ime palete za višekratnu upotrebu u formatu euro-paleta i zanimljiva alternativa konvencionalnoj EPAL paleti koja omogućuje veću konkurenciju na tržištu palete. [35] Prikaz world palete prikazano je slikom 27.



Slika 29. Prikaz World palete

Izvor: [35]

World paleta je drvena paleta bazirana na RFID tehnologiji. World paleta je povratna i zamjenjiva, zaposlena i implementirana u svim industrijskim i trgovinskim sektorima od kemijske, farmaceutske, automobilske, željezarske, čelične i građevinske industrije, do pakiranja, sintetičkog i prehrambenog sektora. [35]

World paleta je dizajnirana i proizvođača da se koriste u potpuno automatiziranim proizvodnim procesima, kao što su za vrijeme utovara i uklanjanja u skladištima i transportnim sustavima visokih regala. World paleta ispunjava sve europske i međunarodne logističke zahtjeve za izvozne palete. Potpuno sukladan i priznat kao međunarodna paleta sa svjetskim normaliziranim standardom koji je univerzalno zaposlen i koji se može vratiti u inozemstvo, također poznat pod općim nazivom „Euro-paleta“. [35]

Terenska ispitivanja potvrđuju robusnost dometa i transpondera, čak i velika opterećenja zbog hladnoće, vlage i vibracija ne utječu na komunikaciju između palete i čitača. Stoga su world RFID palete pogodne za sve industrije koje koriste logistiku na paleti.

Falkenhahn AG od 2012. integrira RFID transponder nevidljiv u europalete. Njihova uporaba omogućuje automatsku identifikaciju paleta, bez vidnog kontakta između paleta i čitača. [35]

World palete omogućuje [35]:

- omogućuje automatsko upravljanje zalihama i skladištima
- pouzdano pozicioniranje
- praćenje robe (lokacija palete i robe)
- siguran sustav nadzora (kretanje robe)
- ušteda troškova

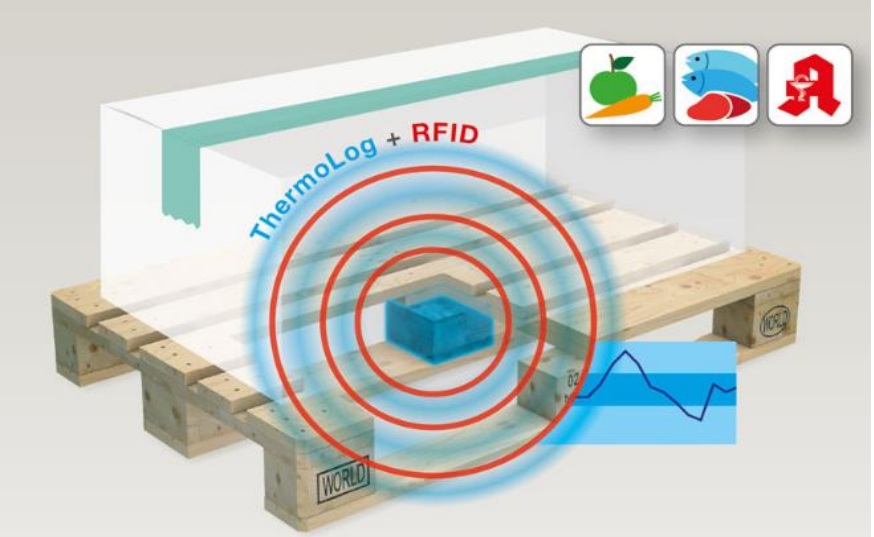
Prednosti world palete [35]:

- Nema abrazivnog trošenja / Otporan na oštećenja
- Otporan na prljavštinu ili prljavštinu
- Zlonamjerno otporan
- Zaštita od plagiranja zbog podataka specifičnih za kupca
- Više paleta istovremeno čitljivih i programibilnih
- Neovisna od slobodne vizure
- Čitljivost tijekom prijevoza na viljuškarima
- Veliki kapacitet skladištenja na malom prostoru
- Izuzetno velika nosivost RFID palete ili transpondera

World palete su zapravo palete koje sadrže senzore kao što su: senzor za klimu, senzor za praćenje lokacije i senzor za vibraciju prilikom transporta. Navedeni senzori spojeni su na RFID tehnologiju. U nastavku teksta prikazana je podjela world palete [35]:

- Thermolog palete
- Schoclog palete
- Combilog palete

Thermolog palete su drvene palete koje sadrže senzor za mjerenje temperature robe na paleti. U daljnjem teksu je prikazan koncept Thermolog palete.



Slika 30. ThermoLog paleta

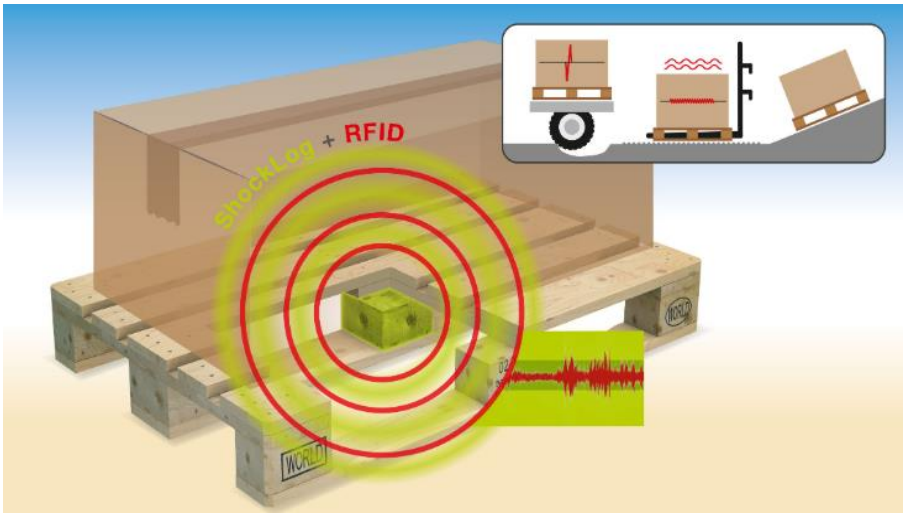
Izvor: [36]

Obilježja Thermolog paleta [36]:

- nema napora za instaliranje i vraćanje zapisnika
- senzori se nalaze u blizini tereta
- kontrola / čitanje podataka putem rfid-a
- intervali biranja koje korisnik može odabrati
- vizualni i zvučni alarm
- temperaturni raspon: od -35 ° c do + 85 ° c
- merni intervali: 1 min do 24 sata
- veličina memorije: 2.000 podataka

Shoclog palete sadrže uređaje za zaštitu od sile ubrzanja, udare, nagibe i kutove nagiba. Koriste se za:

- za robu koja je osjetljiva na mehanički stres tijekom transporta
- nema napora za instaliranje i vraćanje drvosječa uključenog u paketu
- kontrola / čitanje podataka putem RFID-a s neograničenim vremenom rada
- vremenska oznaka kad su prekoračeni pragovi



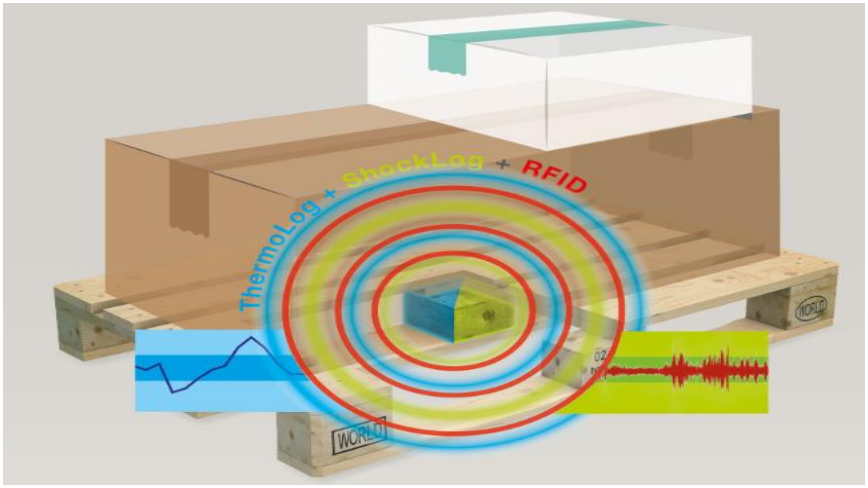
Slika 31. Prikaz shocklog palete

Izvor: [37]

Tehničke značajke Shocklog paleta [37]:

- za robu koja je osjetljiva na mehanički stres tijekom transporta
- nema napora za instaliranje i vraćanje drvosječa uključenog u paketu
- kontrola / čitanje podataka putem RFID-a s neograničenim vremenom rada
- vremenska oznaka kad su prekoračeni pragovi

Combilog palete omogućuju praćenje vibracije i temperature na paleti tijekom transporta što omogućuje kvalitetu prehrambenih proizvoda, lijekova, elektronike i umjetničkih proizvoda. Primjer izgleda koncepta Combilog palete prikazane su slikom 30.



Slika 32. Combiloga paleta

Izvor: [38]

Senzor u palete prati temperaturu robe, silu ubrzanja i nagiba. Prema RFID paleti automatski se prepoznaju, podaci za praćenje koji mogu očitati [38]:

- temperaturni raspon od -35 ° C do + 85 ° C
- mjerni intervali: 1 min do 24 sata
- pohrana podataka od 2 do 3 godine
- opsežni softver za procjenu
- veličina memorije za 2000 zapisa

5. PRIJEDLOG RIJEŠENJA OPTIMIZACIJE SUSTAVA POVRATNE LOGISTIKE POVEZIVANJEM PAMETNE PALETE I PLATFORME ARDUINO

Pametne paleta pomažu u poboljšanju opskrbnih lanaca, čineći ih održivijim, ekonomičnijim i šljedivim. Nemogućnost tvrtki da u svakom trenutku znaju gdje se u opskrbnom lancu nalaze njihove paletne jedinice za posljedicu ima potrebu za kontinuiranom nabavom novih paletnih jedinica, što generira dodatne troškove. Obzirom da su paletne jedinice uglavnom drvene, problem prekomjerene sječe šuma postaje sve izraženiji. Implementacijom „pametnih paleta“ u paletni sustav ti bi se problemi znatno minimizirali, što bi rezultiralo značajnim uštedama, kako za korisnike tako i za logističke operatere, a time bi se i očuvao okoliš.

One mogu zabilježiti ne samo položaj i kretanje paleta, već i njihovu okolnu temperaturu i stanje opterećenja i bilo koje mogući udar ili pad paleta. To kupcima nudi niz pogodnosti i uštede troškova, što znači da se neiskorištene palete mogu pronaći i zajamčena je optimalna upotreba. Troškovi kao rezultat neiskorištene, izgubljene ili ukradene palete smanjuju se. Prekidi u hladnom lancu ili bilo koji nastali gubici mogu se također pokazati i postupci na odgovarajući način poboljšati.

Sustav je osmišljen kako bi proizvođačima omogućio automatski, handsfree, brzo i napredno rješenje za praćenje, nadzor i upravljanje logistički proces. Vrijeme i točnost važni su čimbenici za bilo kojeg korisnika kako bi poboljšali pružanje usluga i sposobnost upravljanja poslovanjem. Mogućnost upravljanja i kontrole paleta pomoću manje ljudske snage, manje ručnog rada, veće točnosti i bez ljudska pogreška postaje ključni čimbenik za postizanje boljeg učinka i smajenje troškova.

5.1.Pametne palete

Pametne palete se definiraju kao nadogradnja na postojeći paletni sustav, gdje se uz pomoć odgovarajućeg senzora može pratiti lokacija palete u stvarnom vremenu, temperaturni režim neposredne okoline u kojem se paleta nalazi te praćenje vibracija tijekom manipulacija i transporta palete. Pametne palete omogućuju optimizaciju postojećeg paletnog sustava s ciljem:

- smanjenja troškova na razini cjelokupnog opskrbnog lanca;
- osiguravanja kvalitetnije transparentnosti između korisnika i logističkih operatera;
- protočnosti informacija koje do sada nisu bile dostupne.

Korisnici pametnih paleta mogu biti sve tvrtke koje imaju u obrtu paletne jedinice, a žele pratiti stanje svoje robe na njima kontrolirajući uvjete transporta i skladištenja. To su svi logistički operateri, prodajni lanci i veleprodajne tvrtke. Primjenom pametnih paleta može se pratiti:

- položaj i kretanje paleta;
- temperatura okoline;
- stanje, eventualni udar ili pad paleta.

Vizija pametnih paleta je ugradnja senzora na paletne jedinice te ponuditi aplikaciju tvrtkama. One predstavlja novi korak u planiranju poduzeća i među poduzećima, upravo zbog svoje nove tehnologije. Koncept pametnih paleta je platforma Arduino, softverska arhitektura koja omogućava nesmetan tok informacija o trenutnom stanju robe svih paletnih jedinica unutar poduzeća, kao nadogradnja informacijskog sustava širom tvrtke. Platforma funkcionira zajedno s integriranim skupom aplikacija u bazi podataka čitave tvrtke, gdje se konsolidiraju sve poslovne radnje u jednom računalnom okruženju.

Pametne palete karakteriziraju široki spektar prednosti za korisnike, a neke od prednosti su:

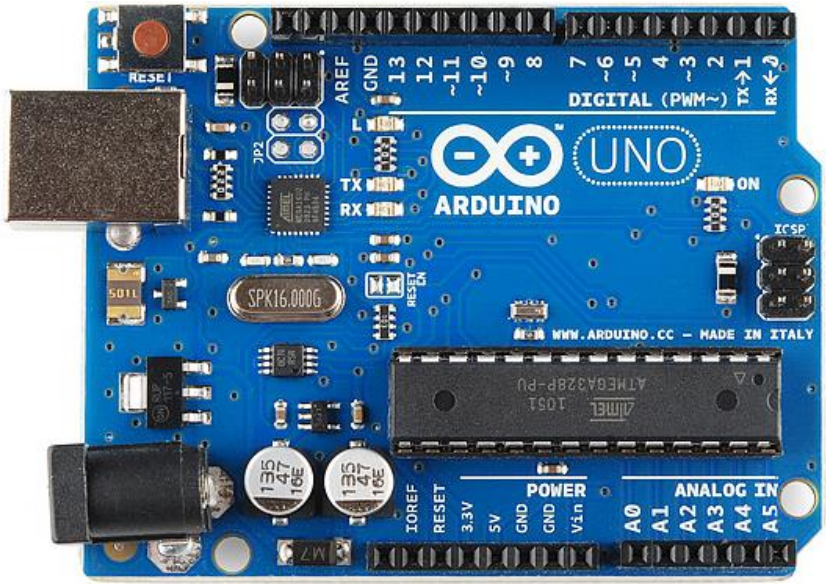
- informacija o trenutnoj lokaciji paletne jedinice;
- mogućnost kontrole ispunjavanja ugovorenih obaveza od strane logističkog operatera;
- značajna ušteda financijskih sredstava;
- potpora konceptu zelene logistike smanjenjem otpadnih paletnih jedinica;
- podizanje razine kvalitete usluge logističkog operatera.

Informacije o trenutnoj lokaciji paletnih jedinica za korisnike predstavlja krucijalan dio usluge logističkog operatera. Korisnici žele u svakom trenutku znati gdje se njihove paletne jedinice nalaze. U većini slučajeva riječ je o količini robe koja ima veliku vrijednost i u velikom broju paletnih jedinica koje se nalaze u opskrbnom lancu te korisnici nad njima više nemaju kontrolu. Uvođenjem pametnih paleta u postojeći sustav korisnici bi bili u mogućnosti reagirati u slučaju neispunjenja ugovorenih obaveza od strane logističkog operatera te isto naplatiti penalima ili primjenom određenih alata „prisile“. Konkretno navedene pametne palete omogućile bi korisnicima uvid u sam proces te pravovremeno reagiranje u slučaju neispunjenja istih. Mogućnost kontrole od strane korisnika glede uvjeta skladištenja (npr.

temperaturnog režima, vlažnosti zraka i sl.) direktno stavlja korisnika u povoljniji položaj te logističke operatere „prisiljava“ da se pridržavaju uvjeta definiranih ugovorom.

5.2. Platforma Arduiono

Arduino je elektronička prototipna platforma namijenjena kreiranju elektroničkih projekata. Sastoji se od hardverskog i softverskog dijela. Hardverski dio koji je zapravo fizički elektronički programibilni strujni krug i softverskog dijela koji se naziva IDE(Integrated Development Environment) koji se pokreće na računalu i pomoću njega se programira i upravlja samom pločicom, prikazanom slikom 32. [40]



Slika 33. Izgleda pločice Arduino

Izvor: [39]

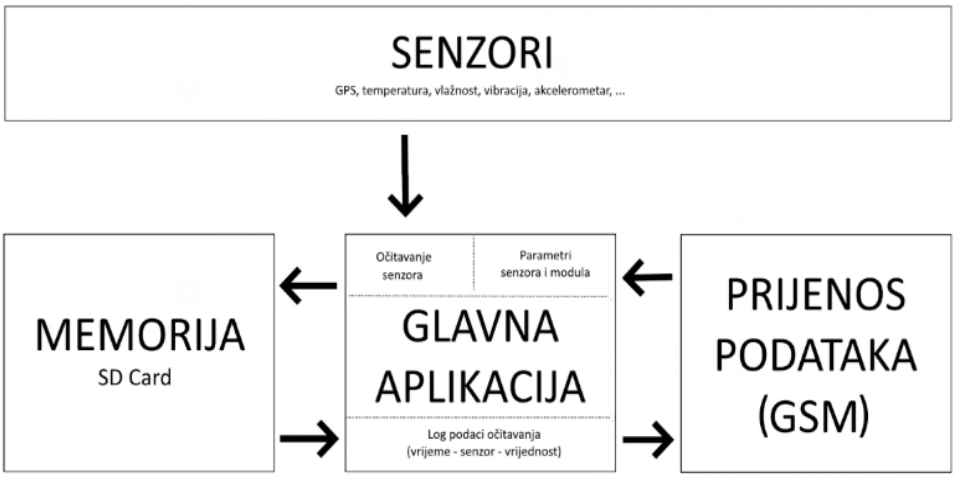
Jednostavan senzor instaliran u jedinici za pohranu (paleti) povezan je s online nadzornom pločom koja se može konfigurirati za slanje upozorenja u slučaju nenormalnih temperaturnih razina, kako bi se pokrenula brza korektivna radnja. Platforma Arduino nudi aplikaciju za pametne telefone i tablete, putem koje se može identificirati pojedinačna transportna jedinica (paleta) skeniranjem barkoda ili BLE skeniranjem, a zatim prikupiti odgovarajuće podatke iz oblaka: povijest temperature, povijest šoka, težina tereta, stanje baterije itd. Ista se aplikacija može upotrijebiti za prijavu sredstava (teretne jedinice, palete).

U svakoj paleti je ugrađen transponder koji ima nekoliko radio protokola:

- dalekometni za tvornice i skladišta širokog obuhvata;
- kratkog dometa za smartphon skeniranja.

Transponder komuniciraju s inteligentnim low-cost prijemnikom koji je montiran na strateškim mjestima u prostorijama korisnika. Sustav nudi prednosti ponovnog korištenja transportne ambalaže.

Skica segmenta modula pametnih paleta prikazano je slikom 41. Modul se sastoji od četiri parametra: senzor, memorije, glavne aplikacije i GSM-a. Ulazni podaci se prikazuju u tekstualnom obliku putem GSM modula se prebacuju na server i spremaju se u bazu podataka koja putem glavne aplikacije prikazuju određene parametre: temperaturu, vlažnost, akcelerometar, vibraciju, lokaciju.



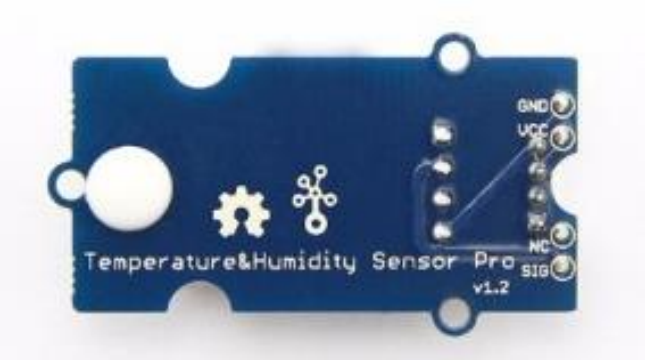
Slika 34. Prikaz modula pametnih paleta na platformi Arduino

Izvor:[izradio autor]

5.2.1. Hadversko rješenje

Hardversko rješenje obuhvaća senzore za temperaturu i vlagu, akcelerometar, vibraciju, lokaciju.

Senzor za temperaturu nudi i mogućnost praćenja temperature unutar hladnog lanca, tj. omogućuje praćenje temperature neposredne okoline robe na paleti. Slikom 41 prikazan je senzor za temperaturu.



Slika 35. Senzor temperature platforme Arduino

Izvor: [41]

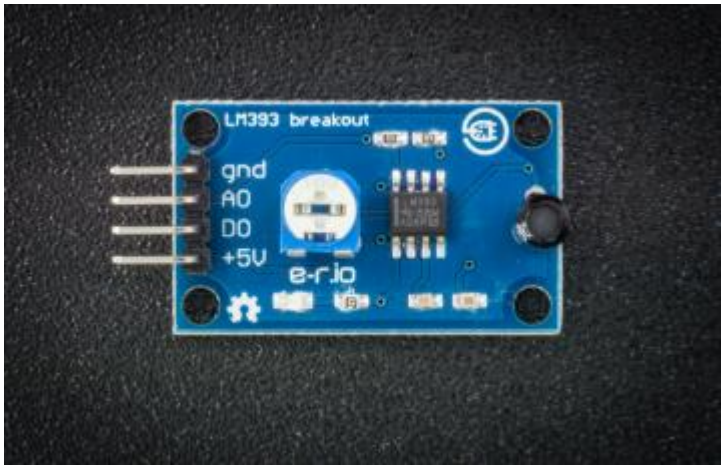
Princip rada senzora:

- korisnik na displeju senzora postavi odgovarajuću razinu temperature;
- termostat mjeri razinu temperature lokacije na kojoj se nalazi paletna jedinica;
- termostat detektira promjenu temperature;
- radiofrekvencijski odašiljač promjenom frekvencije na displeju pokazuje promjenu temperature;

Značajke senzora:

- mjerenje relativne vlage i temperature;
- nadoknada temperature cijelog raspona kalibrirano;
- digitalni signal;
- dugoročna stabilnost;
- duga udaljenost prijenosa (> 20m);
- mala potrošnja energije;

Senzor za vibraciju prati vibraciju palete tjekom manipluacije i transporta robe na paleti. Slikom 43 prikazan je modul senzora za vibraciju.



Slika 36. Senzor za vibraciju platforme Arduino

Izvor: [42]

Na ovom modulu nalazi se komponenta koja je sposobna detektirati vibracije. Ovisno o jačini vibracije, pomoću ugrađenog komparatora na svojim izlazima daje ili digitalni ili analogni signal.

Značajke senzora:

• Napon: 3V - 5V

• Izlaz: digitalni i analogni

• Dimenzije: 40mm x 20mm

Senzor za praćenje lokacije omogućuje praćenje lokacije palete u stvarnom vremenu. Slikom 44 prikazan je senzor za lokaciju.



Slika 37. Senzor za praćenje lokacije platforme Arduino

Izvor: [43]

GPS modul daje informacije o trenutnoj lokaciji(geografska duljina i širina), a po nekakvom izračunu pruža info i o nadmorskoj visini. Povezivanje s Arduinom ide preko serijske komunikacije, a koristeći library jednostavno je pristupiti navedenim informacijama.

Značajke senzora:

• Napon: 3V - 5V

• Zadana brzina: 9600

• Komukacija: serijska

Uz pomoć odgovarajućih senzora može se pratiti lokacija palete u stvarnom vremenu, temperaturni režim neposredne okoline u kojem se paleta nalazi te praćenje vibracija tijekom manipulacija i transporta palete. Uređaji bi ugradili na palete koristeći drvene euro palete dimenzija 1200x800 [mm].

5.2.2. Softversko rješenje

Platforma Arduiono, uz hardversko, nudi i softversko rješenje doneseno kroz destop i mobilnu aplikaciju. Aplikacije se izdvajaju po inspirativnom dizajnu i jednostavnosti korištenja korisničkog sučelja. U narednim poglavljima prikazane su demo verzije aplikacije.

5.2.2.1. Destop aplikacija

U lijevoj sekciji može se pronaći lista svih pametnih paleta koje neka tvrtka posjeduje. Kako bi se ubrzao postupak pretraživanja pojedine palete, koristi se tražilica. Klikom na određenu paletu u središnjoj sekciji može se pronaći više informacija o trenutnom stanju odabrane palete. Klikom na svaku pojedinu ikonu u desnoj sekciji prelazi se na sljedeće polje informacija koje sadrži ta ikona. Prva prikazana stavka jesu informacije o temperaturi. Ovaj dio prikazuje graf koji pokazuje stanje temperature od dogovorenog trenutka (odabranog od strane tvrtke). Na grafu može se pronaći označene amplitude koje ukazuju na najvišu odnosno najnižu temperaturu u zadanom razdoblju. Podno grafa nalaze se podaci poput trenutne, ugovorene, najviše, najniže te srednje temperature.

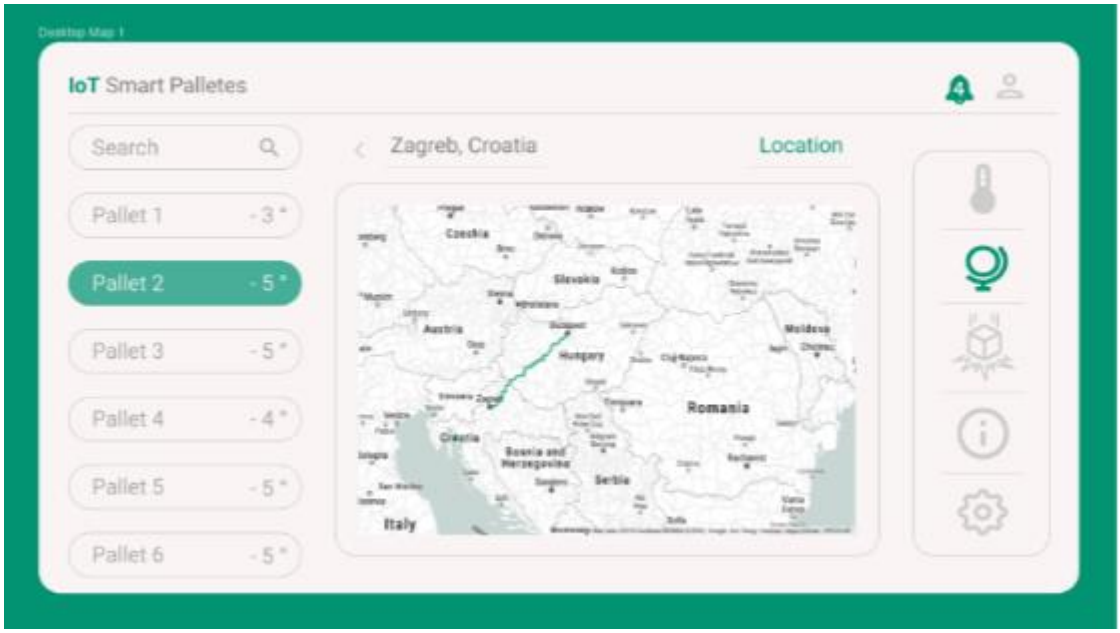


Slika 38. Prikaz desktop aplikacije – stavak Temperatura

Izvor: [41]

Klikom na ikonu globusa ulazi se u stavak lokacije, gdje se nalazi karta s trenutno prijeđenom rutom i označenom krajnjom destinacijom. Klikom na strelicu koja pokazuje ulijevo pronalazimo više informacija o lokaciji poput trenutne lokacije, dogovorenog mjesta i vremena primitka pošiljke, vremena i broja kilometara prijeđenih do trenutka gledanja te broja

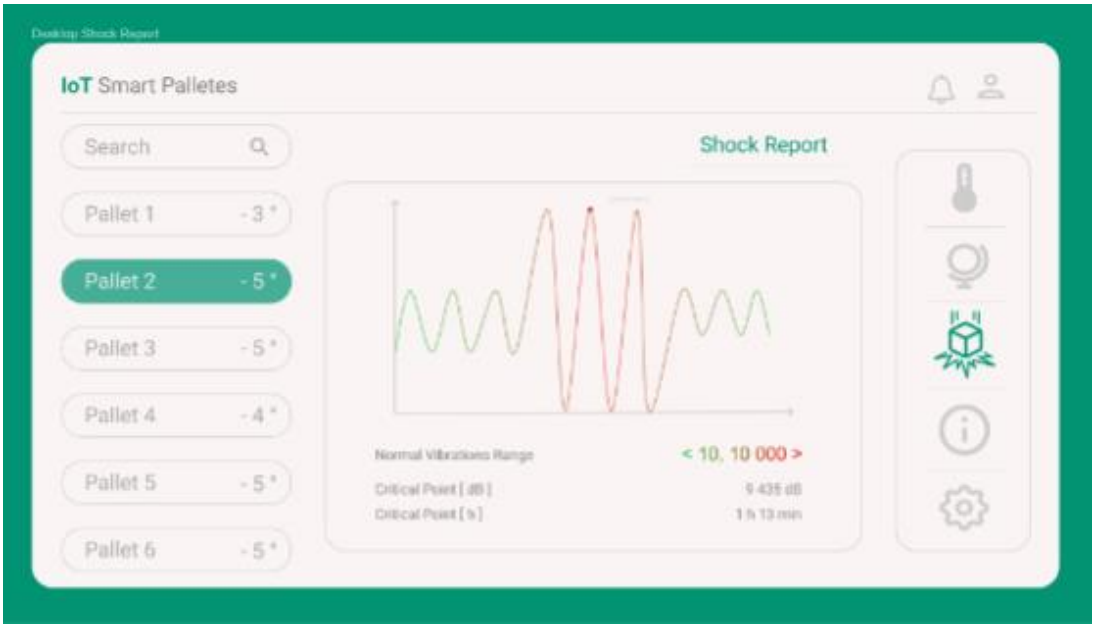
kilometara i vremena potrebnih do krajnje destinacije. Klikom na 'X' s desne strane zatvaraju se dodatne informacije i vraćaju kartu u prvi plan.



Slika 39. Prikaz desktop aplikacije – stavak Lokacija

Izvor: [41]

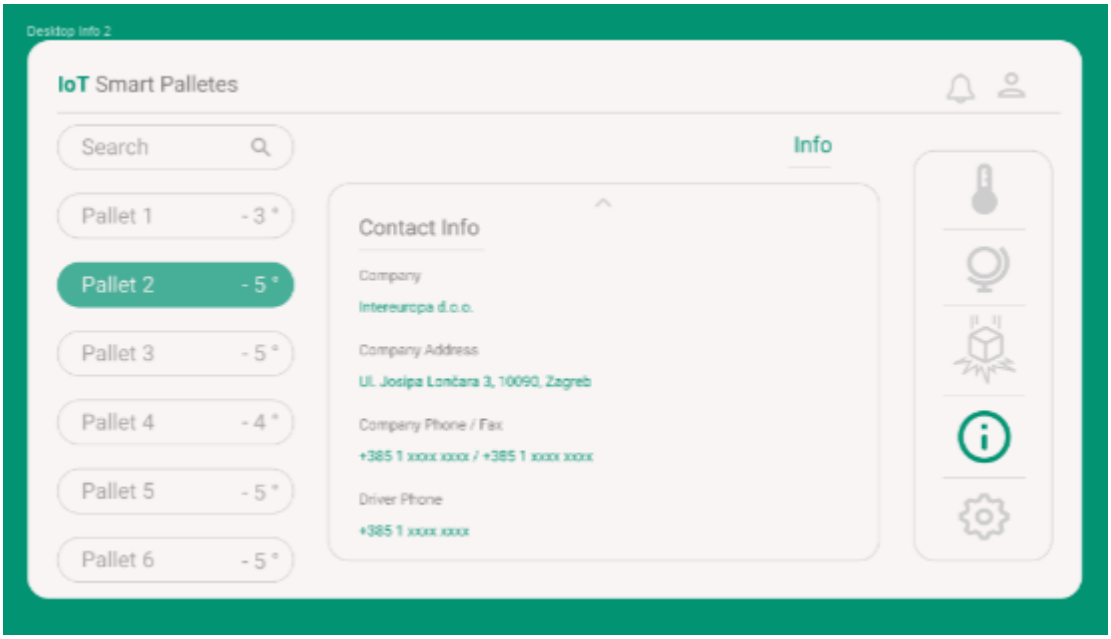
Klikom na ikonu padajuće kutije otvara se stavak informacija o vibracijama robe, odnosno izvješće o šoku. Na grafu su crvenom bojom označeni trenutci koji se bliže ili prelaze granice intervala prihvatljivih vibracija. Ako se pri prijemu robe otkriju oštećenja, crvene točke na grafu ukazuju na kritične točke u kojima je vjerojatno došlo do oštećenja. Na dnu sekcije prikazane su informacije o intervalu prihvatljivih vibracija te su prikazane kritične točke u decibelima [dB] i vrijeme u kojem se dogodila kritična vibracija iskazano u minutama.



Slika 40. Prikaz desktop aplikacije – stavak Izvješće o vibracijama

Izvor: [41]

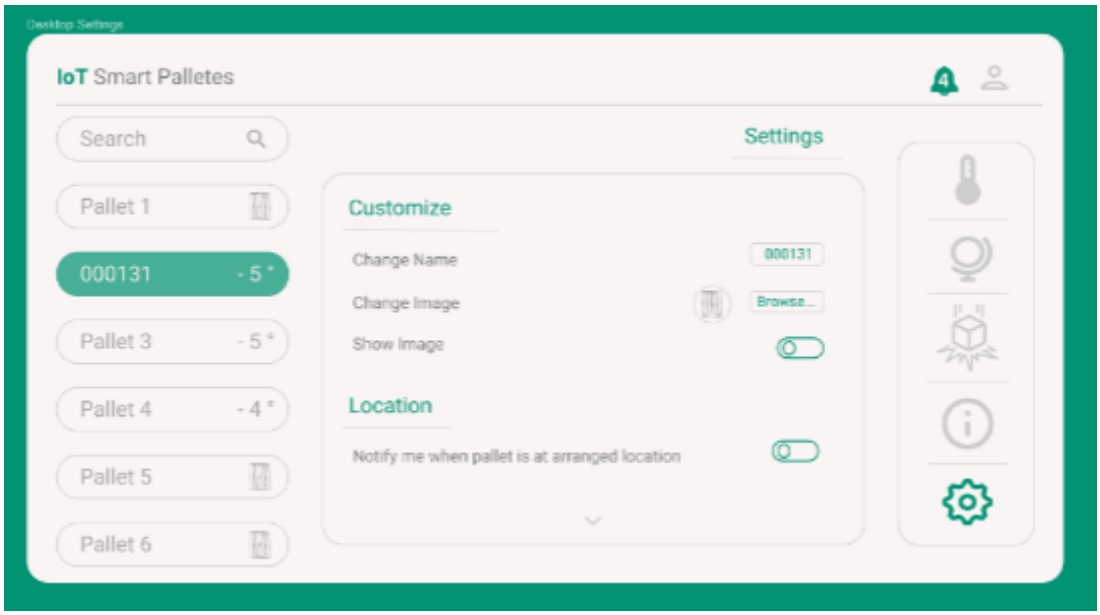
Klikom na ikonu sa slovom 'i' prelazi se stavak „Info", u kojem se nalaze informacije o robi i prijevozniku. Informacije o robi predstavljaju podatke propisane ugovorom dviju strana (temperatura, lokacija i vrijeme dostave). Klikom na broj pošiljke (Order No.) prelazi se u novi prozor koji sadrži podatke iz narudžbenice (otpremnice) poput podataka pošiljatelja i primatelja te podatke o samoj narudžbi (šifra artikala, jedinica, količina pojedinog artikla, masa, cijena po jedinici te ukupna količina, masa i cijena). U bilo kojem trenutku klikom na 'X' zatvara se trenutni prozor i vraća se u dio informacija o robi. Klikom na strelicu koja pokazuje u smjeru prema dolje pronalaze se informacije o prijevozniku. Ovdje se nalaze informacije o kompaniji te broj vozača, kako bi se moglo brzo reagirati, ukoliko se primjeti da stanje pošiljke nije prema ugovorenom.



Slika 41. Prikaz desktop aplikacije – stavak Informacije

Izvor: [41]

Klikom na ikonu postavki prelazi se u stavak postavke. U ovom stavku može se izmijeniti ime pošiljke koju pratimo, promijeniti njenu sliku te odabrati brzi prikaz slike ili temperature. Ovdje se mogu promijeniti postavke obavijesti o dolasku robe na predviđenu lokaciju, interval vibracija te obavijesti o istima, kao i obavijesti o dosegu temperature iznad, odnosno ispod zadane temperature.



Slika 42. Prikaz desktop aplikacije – stavak Postavke

Izvor: [41]

Među novim opcijama nalazi se ikona osobe te klikom na nju mogu se postaviti osobni podaci. Klikom na ikonu zvona mogu se pregledati nove i/ili postojeće obavijesti.

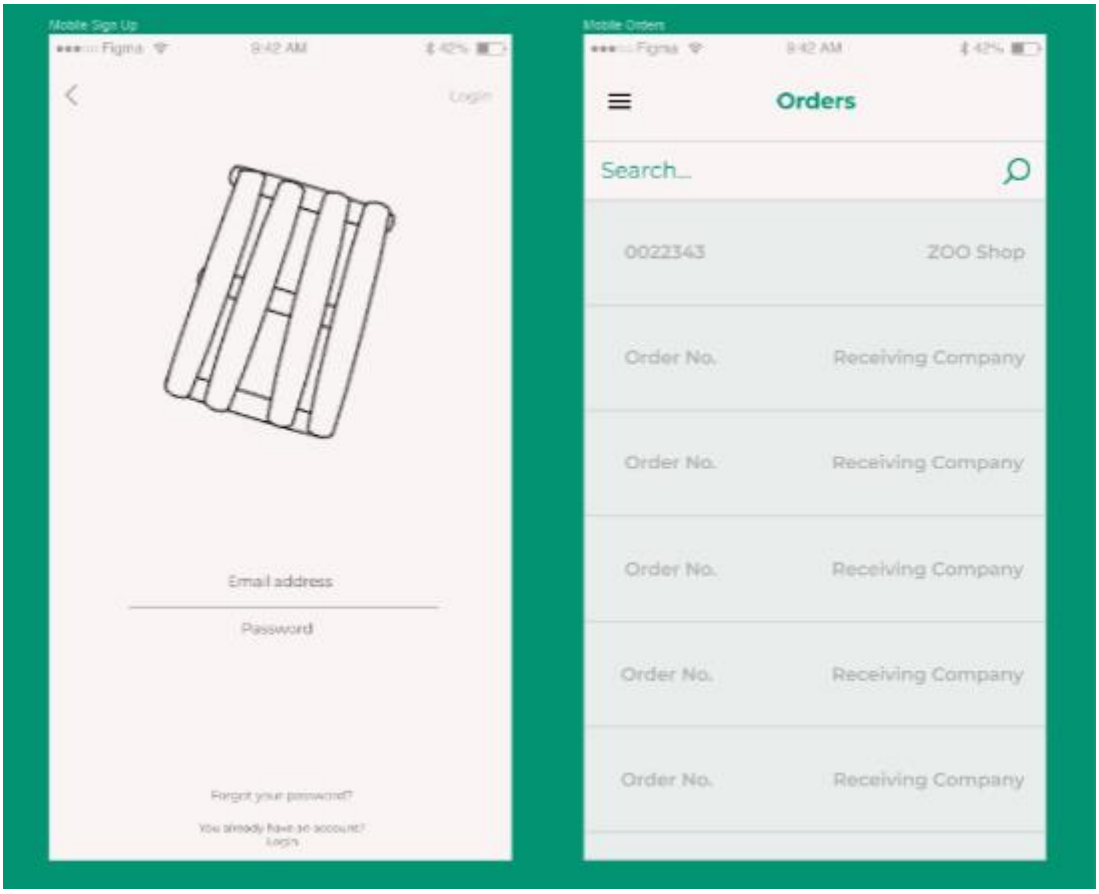


Slika 43. Prikaz desktop aplikacije – stavak Obavijesti

Izvor: [41]

5.2.2.2. Mobilna aplikacija

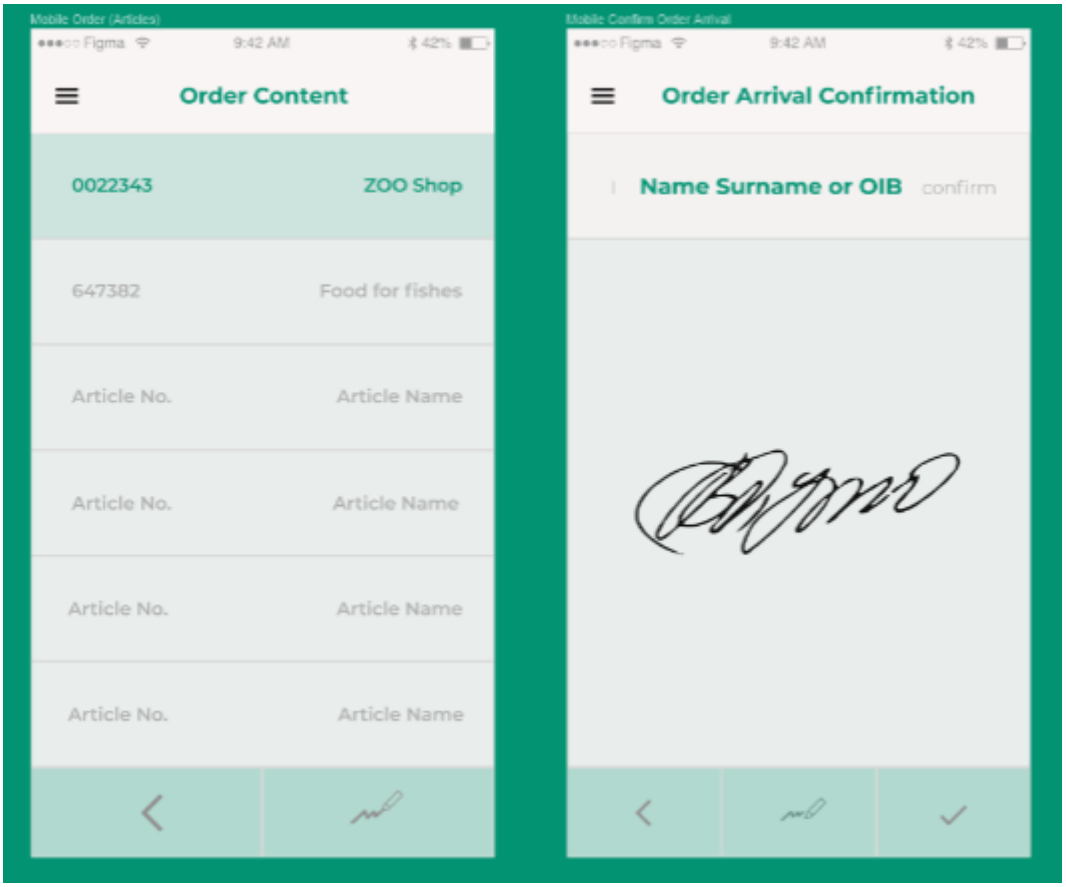
Ovaj demo prikazuje aplikaciju koju bi koristili vozači na svojim pametnim telefonima. Cilj ove aplikacije je povezivanje terenskog i uredskog dijela posla logističara potvrđivanjem narudžbi na licu mjesta preuzimanja narudžbe. Potvrda o preuzimanju narudžbe bitan je korak u praćenju stanja robe. Putem mobilne i desktop aplikacije omogućena je potpuna kontrola baze podataka. Nakon što se korisnik, odnosno vozač, prijavi u aplikaciju nudi mu se mogućnost pregleda svih narudžbi koje u tom trenutku prevozi uz odgovarajuću tvrtku kojoj dostavlja istu. Klikom na narudžbu ulazi se u detaljniji pregled iste.



Slika 44. Prikaz mobilne aplikacije – stavci Prijava i Narudžbe

Izvor: [41]

U detaljnijem pregledu narudžbe nalazi se popis svih artikala. Sljedeća mogućnost je potvrda preuzimanja narudžbe gdje se upisuju ime i prezime ili osobni identifikacijski broj osobe koja ju preuzima. Kako bi ovaj korak bio dovršen i potvrđen, potrebno je zatražiti potpis navedene osobe. Nakon klika na ikonu kvačice završena je potvrda preuzimanja i slijedi povratak na početni stavak – Narudžbe.



Slika 45. Prikaz mobilne aplikacije – stavci Narudžbe i Potvrda primitka narudžbe

Izvor: [41]

5.3. Pametne palete s aspekata povratne logistike

Arduino platforma koristi napredne tehnologije i metode kojima se omogućuje:

- optimalnu kontrolu nad opskrbnim lancem;
- niže troškove opskrbnog lanca;
- povećava efikasnost poslovanja;
- održivost poslovanja;
- uštedu energije;
- smanjenje štetnog utjecaja na okoliš.

Nemogućnost tvrtki da u svakom trenutku znaju gdje se u opskrbnom lancu nalaze njihove paletne jedinice za posljedicu ima potrebu za kontinuiranom nabavom novih paletnih jedinica, što generira dodatne troškove. Obzirom da su paletne jedinice uglavnom drvene, problem prekomjerene sječe šuma postaje sve izraženiji.

Implementacijom „pametnih paleta“ u paletni sustav ti bi se problemi znatno minimizirali, što bi rezultiralo značajnim uštedama, kako za korisnike tako i za logističke operatere, a time bi se i očuvao okoliš.

5.3.1. Uloga pametnih paleta u procesu zbrinjavanja otpada

U širem smislu logistika uključuje povrat i raspolaganje otpadnim tvarima. Uz problem povrata paletnih jedinica, primjenom Arduino platforme potrebno je voditi računa i o povratu baterija nakon isteka njihovog životnog vijeka. Pod povratom baterija misli se na postupke odlaganja, zbrinjavanja, oporabe ili reciklaže istrošenih baterija.

Prije samog usmjeravanja baterija u reciklažne tokove potrebno je utvrditi da li je postupak reciklaže izvediv te da li je to postupak koji uzrokuje najmanji trošak uz pravilno realiziran proces reciklaže. Prije samog recikliranja baterije se provjeravaju te se utvrđuje ispravnost glede procesa sortiranja prema njihovom kemijskom sastavu. Ukoliko baterije nisu ispravno sortirane, odlažu se te se nad njima vrši drugačiji oblik zbrinjavanja ili oporabe. Baterije koje se usmjerava u tokove za odlaganje prvotno se odlažu u posebne spremnike u reciklažnim dvorištima ili spremnicima predviđenima za tu vrstu opasnog otpada.

Tehnološki proces recikliranja sastoji se od sljedećih aktivnosti:

1. prikupljanje istrošenih i odbačenih baterija;

2. razvrstavanje baterija (po potrebi);

3. transport baterija do reciklažnog pogona;

4. prerada baterija u reciklažnom pogonu;

5. izuzimanje upotrebljivih sirovina;

6. prodaja upotrebljivih sirovina proizvođačima.

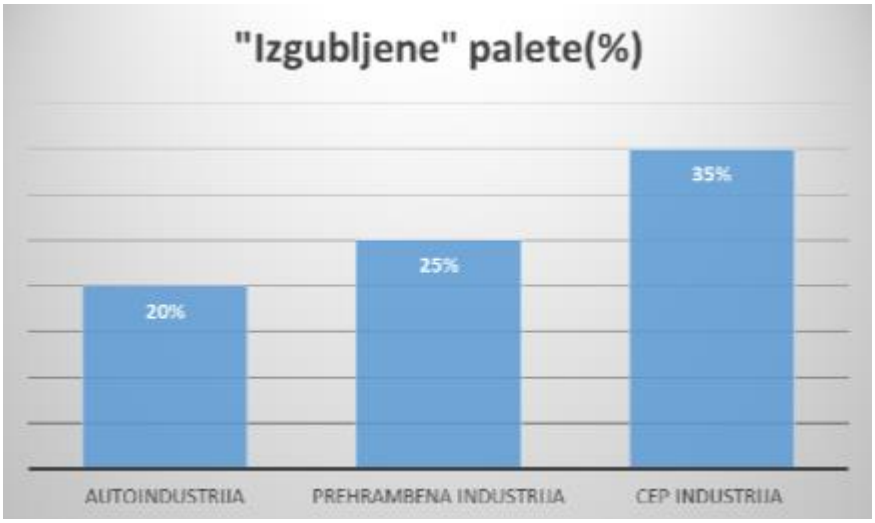
Istrošene, odbačene i dotrajale baterije prikupljaju se u posebnim spremnicima koji su dostupni na lokacijama predviđenim za odlaganje otpadnog materijala. U proces rastavljanja se kreće ukoliko je potrebno te se isti odvija u reciklažnom pogonu.

Uglavnom je riječ o elektroničkim uređajima koji su pokvareni, tehnički ili funkcionalno neispravni te je iz njih potrebno izvaditi pripadajuću bateriju. Transport otpada ove kategorije treba biti realiziran na siguran, brz i učinkovit način te u kontroliranim uvjetima. Nakon što su sve prethodne faze realizirane te se baterije nalaze u reciklažnom pogonu započinje se sa procesom prerade navedenog otpada. Produkt procesa prerade su upotrebljive sirovine koje se u sljedećim fazama izdvajaju te prodaju proizvođačima.

5.3.2. Utjecaj pametnih paleta na proces reduciranja troškova s aspekta povratne logistike

U sektoru povratne logistike gubitak, oštećenje te krađa paletnih jedinica neki su od problema koji bi se primjenom pametnih paleta minimizirali ili čak eliminirali u potpunosti. Paletne jedinice cirkuliraju kroz opskrbni lanac, a neplanirani gubitak, oštećenje ili krađa istih rezultira troškom nabave novih paletnih jedinica.

Budući da je u različitim industrijama postotak izgubljenih paleta kreće od 10 do 35 % jasno je kako proces nabave novih paletnih jedinica rezultira značajnim troškom za kompaniju a isti se mogu izbjeći primjenom pametnih paleta. Slikom 31. Prikazan je postotak „izgubljenih“ paleta u prehrambenoj, autoindustriji i sektoru CEP industrije (Courier, Express and Parcel). Pod CEP industrijom misli se na poštanske, kurirske te usluge e-trgovine. Usluge e-trgovine su najbrže rastujući sektor CEP industrije. [44]



Slika 46. Udio „izgubljenih“ paleta u autoindustriji, prehrambenoj i sektoru CEP industrije

Izvor: [44]

Prema slici 31 zaključuje se kako je stopa „izgubljenih“ paleta najveća u sektoru CEP industrije navedeno se odnosi na distribuciju paketa naručenih putem sustava e- trgovine, podaci prikazuju stanje na tržištu CEP industrije u SAD-u. Postotak „izgubljenih“ paleta u autoindustriji te prehrambenoj industriji kreću se od 20-25%, podaci za tržište SAD-a, u periodu od godine dana. Sektor autoindustrije u SAD-u godišnje potroši 750 milijuna dolara na nabavu novih paletnih jedinica kako bi upotpunio praznom mjesto nastalo gubitkom paletnih jedinica. Uvođenjem pametnih paleta troškovi nabave novih paletnih jedinica drastično bi se smanjili.

U praksi se u kanalima povratne logistike „izgubi“ oko 2,5 % paletnih jedinica. Ovi se podaci odnose na tvrtke u području e-trgovine, pa tako na primjer tvrtka koja na mjesečnoj bazi ima obrtaj od 15.637.000 paletnih jedinica, u povratu „izgubi“ 391 paletnu jedinicu. Ako se u obzir uzme da je cijena jedne paletne jedinice oko 80 kn tada mjesečni troškovi za nabavu novih paletnih jedinica iznose 31.280,00 kn. Na godišnjoj razini tvrtka izgubi približno 4692 paletne jedinice što za tvrtku predstavlja trošak u iznosu od 375.360,00 kn, na godišnjoj razini. Uz korištenje navedenog projektnog rješenja broj „izgubljenih“ paletnih jedinica bi se smanjio jer bi vlasnik paleta u svakom trenutku znao gdje se one nalaze te bi uz korištenje određenih „alata prisile“ većinu zasigurno vratio.

Razvojem novih tehnologija dolazi do promjene korisničkih zahtijeva, koji postaju sve složeniji. Evidentno je kako postojeći paletni sustav nije u mogućnosti zadovoljiti modificirane zahtjeve korisnika. Da bi se zadovoljili korisnici, nužna je rekonstrukcija

postojećeg paletnog sustava. Mogući pristup procesu rekonstrukcije tržišta realizira se uvođenjem inovativnih rješenja u postojeći sustav. Problemi povrata paletnih jedinica, ispunjenja uvjeta definiranih ugovorom između korisnika i logističkog operatera, kao i moguća krađa, oštećivanje ili gubitak paletnih jedinica stvar su prošlosti. Inovativnim rješenjem koncepta pametnih paleta navedeni problemi su marginalizirani ili u potpunosti eliminirani uz odgovarajući pristup na svim razinama - strateškoj, taktičkoj te operativnoj. Proces uvođenja pametnih paleta u postojeći sustav zahtijeva dugoročno planiranje, razvoj strategije, istraživanje tržišta, evaluaciju te implementaciju.

Praćenje stanja paleta, odnosno robe koja se nalazi na njima, u stvarnom vremenu omogućuje daljinsko upravljanje i poboljšava učinkovitost cijelog opskrbnog lanca. Trenutno praćenje paleta za određivanje mjesta i stanja robe su vrlo poželjni u logistici, gdje je najtraženiji zahtjev trošak uređaja i vijek trajanja baterije. Logističke tvrtke mogu imati vlastitu mrežu kako bi osigurale zajamčenu pokrivenost u njihovim objektima.

Smanjenjem količine „izgubljenih" paletni jedinica produžuje se životni ciklus postojećih. Na taj način podržava se koncept zelene logistike usmjeren na očuvanje okoliša, jer se postojeće paletne jedinice višestruko koriste. Također eliminacijom „izgubljenih" paletnih jedinica smanjuje se proizvodnja novih, a samim time smanjuje se i potreba proizvođača za drvetom i drvenim proizvodima.

5.3.3. Utjecaj pametnih paleta prema vrsti materijala s aspekta povratne logistike

Koncept zelene i povratne logistike obuhvaća smanjenje negativnog utjecaja na okoliš te potiče korištenje transportne ambalaže. S aspekta povratne logistike jedan od najprikladniji materijal od kojeg bi se pametne palete izgradile je drvo. Drvene palete mogu se više puta upotrijebiti. Jednom kada odsluže svojoj osnovnoj namjeni, drvene palete mogu se reciklirati u druge vrijedne proizvode. Uz pravilno održavanje, tipična drvena paleta može se ponovo upotrijebiti do devet puta. Budući da je drvena paleta višestruka od njezina životnog vijeka, nema razloga da bilo koja drvena paleta završi na odlagalištu.

U posljednja dva desetljeća upotreba i recikliranje paleta znatno su porasli. Unatoč tome, do 100 milijuna paleta i dalje je odlagalište. Nema razloga zašto bi palete završile među čvrstim komunalnim otpadom. Mnogo alternativnih namjena za odbačene palete postoji osim ponovne uporabe ili recikliranja natrag u promet. Palete se mogu koristiti za proizvodnju malča, posteljine ili goriva. Ili se mogu reciklirati u podne za ekološke zgrade, namještaj ili razne druge predmete.

Jedan od ciljeva recikliranja paleta jest ušteda troškova na odvoz otpada. Recikliranje također pomaže u očuvanju vrijednih resursa, smanjuje zagađenje proizvodnjom novih materijala i stvara radna mjesta. Smanjenjem količine „izgubljenih“ paletni jedinica produžuje se životni ciklus postojećih. Na taj način podržava se koncept zelene logistike usmjeren na očuvanje okoliša, jer se postojeće paletne jedinice višestruko koriste.

6. Zaključak

Po uzoru na slične tehnologije upravljanja opskrbnog lanca u inozemstvu, prikladno rješenje za logističke tvrtke u Republici Hrvatskoj, s visokim potencijalom primjene, jest praćenje paleta u logistici. Time bi tvrtke imale bazu informacija u realnom vremenu prateći lokaciju i ostale ključne parametre koji pokazuju trenutno stanje robe koja se nalazi na paletnim jedinicama.

Sustav je osmišljen kako bi proizvođačima omogućio automatski, brzo i napredno rješenje za praćenje, nadzor i upravljanje logistički proces. Vrijeme i točnost važni su čimbenici za bilo kojeg korisnika kako bi poboljšali pružanje usluga i sposobnost upravljanja poslovanjem. Mogućnost upravljanja i kontrole paleta pomoću manje ljudske snage, manje ručnog rada, veće točnosti i bez ljudska pogreška postaje ključni čimbenik za postizanje boljeg učinka.

Pametne palete bi se primjenjivale u području povratne logistike. Uz povrat robe nadovezuje se i problem povrata paletnih jedinica. Kako se zelenom i povratnom logistikom želi smanjiti negativan utjecaj na okoliš te potaknuti korištenje transportne ambalaže, ovom idejom želi se povećati kvaliteta korištenja transportne ambalaže. Nemogućnost klijenata logističkog operatera da u svakom trenutku zna gdje se u opskrbnom lancu nalaze njegove paletne jedinice za posljedicu ima potrebu za kontinuiranom nabavom novih paletnih jedinica – što generira dodatne troškove, budući da su paletne jedinice uglavnom drvene, problem prekomjerne sječe šuma postaje sve izraženiji. Implementacijom „pametnih paleta“ u paletni sustav ti bi se problemi maksimalno minimizirali što bi rezultiralo značajnim uštedama kako za klijente tako i za logističke operatere, a time bi se i očuvao okoliš.

Svrha i ciljevi zelene te povratne logistike su smanjenje štetnog utjecaja otpada i otpadnih materijala na okoliš te čovjekovo zdravlje. Navedeno se postiže višestrukom upotrebom sirovina dobivenih recikliranjem otpada.

Popis literature

[1] Krpan Lj., Furjan M., Maršenić R.: ″Potencijali logistike povrata u maloprodaji″, str. 184

[2] Bajor Ivona: Nastavni materijali za predavanje iz kolegija ,, Povratna logistika", Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2020.

[3] Medved Ž. Gospodarenje otpadom na lokalnoj razini, Regionalni centar zaštite okoliša za Srednju i Istočnu Europu, Zagreb, Hrvatska, 2009.

[4]http://europski fondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/Gospodarenje_otpadom_na_lokalnoj_razini.pdf(Pristupljeno: travanj 2020.)

[5] Olorunniwo, F. and Li, X., Information sharing and collaboration practices in reverse logistics

[6] https://www.abr.com/what-is-rfid-how-does-rfid-work/ (Pristupljeno: travanj 2020.)

[7] http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=2 (Pristupljeno: travanj 2020.)

[8] https://bib.irb.hr/datoteka/578624.KZubrinic-Koristenje_RFID_sustava.pdf (Pristupljeno: travanj 2020.)

[9] McBrearty, R; The Future of Retail Customer Loyalty: RFID Enables Breakthrough Shopping Experiences; Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG); (2011)

[10] https://www.smartrac-group.com/rfid-solution-accelerates-reverse-logistics.html (Pristupljeno: travanj 2020.)

[11] Kanwalroop Kathy Dhanda, Ronald Paul Hill :The Role of Information Systems and Information Technology in Reverse Logistics, 2005.

[12] https://www.barcodelookup.com/ (Pristupljeno: travanj 2020.)

[13] http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~sanbarn/ (Pristupljeno: travanj 2020.)

[14] https://www.shopify.com/encyclopedia/barcode (Pristupljeno: travanj 2020.)

[15] https://www.prometna-zona.com/dvodimenzionalni-barkodovi/ (Pristupljeno: travanj 2020.)

[16] Županović, I., Tehnologija cestovnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2002.

[17] Protega, V: Nastavni materijali za predavanje iz kolegija ,,Tehnologija cestovnog prometa", Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2009

[18] http://www.palete-sim.rs/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)

[19] https://www.prometna-zona.com/palete-i-paletizacija/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)

[20] https://strazaplastika.hr/index.php?content=grupe&id=207 (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[21]https://plainpallets.com.au/resource-centre/export-to-europe-with-euro-pallets (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[22]http://srla.cn-rayonnages.com/pallet/metal-pallet/industrial-metal-pallet.html (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[23]https://www.edit.si/hr/plasticne-palete (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[24]https://agroekonomija.wordpress.com/2013/10/22/paletizacija/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[25] https://sctimes.io/news/article/7/3611 (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[26]https://www.beroeinc.com/category-intelligence/pallet-pooling-europe-market/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[27]https://www.ekapija.com/business-advice/664863/efikasna-distribucija-proizvoda-iznajmljivanje-paleta-alternativa-razmeni (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[28]https://www.slideshare.net/LogikoEdukacija/objedinjavanje-paleta-s-ciljem-unapreenja-poslovanja (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[29] https://www.chep.com/hu/en/fresh/products (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[30]https://www.pinterest.com/pin/90986854952746375/?autologin=true (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[31]https://palletbiz.com/products-services/metal-packaging/gitterboxes/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[32] https://www.connerindustries.com/block-pallet-vs-stringer-pallet/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[33] https://www.vierhoutengroep.nl/mondipal/ (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[34] https://www.falke nhahn.eu/en/worldpallet/wooden-rfid-pallet.php (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[35] https://www.falkenhahn.eu/img/presse/pressematerial/falkenhahn-KombiLog-CMYK.jpg (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[36]https://www.falkenhahn.eu/img/presse/pressematerial/falkenhahn-WORLD-ShockLog-Palette.jpg (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[37] https://www.falkenhahn.eu/en/worldpallet/combilog-europallet.php (Pristupljeno: svibanj 2020.)
[38]https://www.dcvelocity.com/articles/26802-it-s-11-p-m-do-you-know-where-your-pallets-are (Pristupljeno: svibanj 2020.)

[39] https://e-radionica.com/hr/blog/2015/10/08/sto-je-arduino-i-croduino/(Pristupljeno: lipanj 2020.)
[40] Izradio autor
[41] https://store.arduino.cc/grove-temperature-humidity-sensor (Pristupljeno: srpanj 2020.)
[42] https://e-radionica.com/hr/senzor-vibracija-s-lm393.html (Pristupljeno: srpanj 2020.)
[43] https://e-radionica.com/hr/gps-modul-neo-6m.html (Pristupljeno: srpanj 2020.)
[44] https://www.palletkraft.eu/corrugated-pallets#household-appliances-pallet (Pristupljeno, svibanj 2020.) (Pristupljeno: svibanj 2020.)

Popis kratica

RFID	(Radio-frequency identification) indentifikacija pomoću radiofrekvencije
EPAL	(European Pallet Association) europska udruga paleta
CEP	(The Courier, Express, And Parcel) kurir, ekspres, paket
BLE	(Bluetooth Low Energy) bluetooth niska energija
IDE	(Integrated Development Environment) integrirano razvojno okruženje
GSM	(Global System for Mobile Communications) globalni sustav za mobilne komunikacije
GPS	(Global Positioning System) globalni pozicijski sustav

Popis slika

Slika 1. Hijerarhijski prikaz gospodarenjem otpada.....6
Slika 2. Model odnosa između informacijskog sustava i povratne logistike.....9
Slika 3. Prikaz RFID čitaća.....10
Slika 4. Prikaz segmenata RFID tehnologije.....11
Slika 5. Naljepnica ugrađena s RFID oznakama.....13
Slika 6. Jednodimenzionalni bar kod.....15
Slika 7. Dvodimenzionalni bar kod.....15
Slika 8. Dvodimenzijalni barkod u obliku matrice.....16
Slika 9. Dvodimenzijalni barkod u obliku svežnja.....16
Slika 10. Shema funkcije paleta.....19
Slika 11. Ravna drvena paleta.....20
Slika 12. Boks paleta.....20
Slika 13. Specijalne palete.....21
Slika 14. Euro palete.....21
Slika 15. Metalne palete.....22
Slika 16. Plastične palete.....22
Slika 17. Paletizacija.....23
Slika 18. Shematski prikaz funkcioniranja sustava Chep paleta.....26
Slika 19. Drvene Chep palete.....27
Slika 20. Drveno – metalne Chep palete.....27
Slika 21. Plastične Chep palete.....27
Slika 22. Euro palete.....28
Slika 23. Gitterbox paleta.....29
Slika 24. Izgled Blok palete.....30
Slika 25. Prikaz paleta za kućanske aparate.....31
Slika 26. Primjer X palete.....31
Slika 27. Primjer M-palete.....32
Slika 28. Plastične palete tvrtke Mondipal.....32
Slika 29. Prikaz World palete.....33
Slika 30. ThermoLog paleta.....35
Slika 31. Prikaz shocklog palete.....36
Slika 32. Combiloga paleta.....36

Slika 33. Izgleda pločice Arduino.....41

Slika 34. Prikaz modula pametnih paleta na platformi Arduino.....42

Slika 35. Senzor temperature platforme Arduino.....43

Slika 36. Senzor za vibraciju platforme Arduino.....44

Slika 37. Senzor za praćenje lokacije platforme Arduino.....44

Slika 38. Prikaz desktop aplikacije – stavak Temperatura.....45

Slika 39. Prikaz desktop aplikacije – stavak Lokacija.....46

Slika 40. Prikaz desktop aplikacije – stavak Izvješće o vibracijama.....47

Slika 41. Prikaz desktop aplikacije – stavak Informacije.....48

Slika 42. Prikaz desktop aplikacije – stavak Postavke.....48

Slika 43. Prikaz desktop aplikacije – stavak Obavijesti.....49

Slika 44. Prikaz mobilne aplikacije – stavci Prijava i Narudžbe.....50

Slika 45. Prikaz mobilne aplikacije – stavci Narudžbe i Potvrda primitka narudžbe.....51

Slika 46. Udio „izgubljenih“ paleta u autoindustriji, prehrambenoj i sektoru CEP industrije.53